

**Marktanalyse der derzeit gebräuchlichen
35mm Filmobjektive -
Technische Grundlagen und Entscheidungskriterien**

Diplomarbeit

In der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik der
Fachhochschule Köln

Autor:

Frank Kappes

Mat.-Nr.: 11002623

Referent: Prof. Dipl.-Des. Gerd van Rijn

Koreferent: Prof. Dr. Stefan Altmeyer

Köln, April 2011

**Market Analysis of the presently used
35mm Prime Lenses -
Technical Basics and Decision Factors**

Thesis

At the Department of Imaging Science and Media Technology
University of Applied Sciences Cologne

Author:

Frank Kappes

Mat.-Nr.: 11002623

First Reviewer: Prof. Dipl.–Designer Gerd van Rijn

Second Reviewer: Prof. Dr. Stefan Altmeyer

Cologne, march 2011

Kurzzusammenfassung

Titel: Marktanalyse der derzeit gebräuchlichen Filmobjektive
Technische Grundlagen und Entscheidungskriterien

Autor: Frank Kappes

Referenten: Prof. Dipl.-Des. Gerd van Rijn
Prof. Dr.-Ing. Stefan Altmeyer

Durch die rasante technologische Entwicklung der digitalen Cinematographie sind nicht nur neue Daten-Kameras entwickelt worden, sondern es wurden auch neue Objektive, sowohl für die digitale als auch für die analoge Filmwelt entwickelt.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen weitgehend praxisbezogenen Überblick über das aktuelle Angebot an Objektiven, sowohl für die analoge als auch für die digitale Cinematographie zu erstellen. Weiterhin werden Entscheidungskriterien und Qualitätsparameter dargestellt. Technische und finanzielle Unterschiede werden kurz erläutert. Zum Einstieg hierfür wird eine allgemeine Einführung in die physikalisch-optischen Grundlagen vorangesetzt. Dem folgt ein Abriss über die in der Praxis angewendeten Mess- und Prüfgeräte.

Ergänzend befindet sich eine ausführliche Zusammenstellung mit den Detailinformationen zu einzelnen Objektiven im Anhang.

Stichwörter: Filmobjektive, Qualitätskriterien, Zeiss, Leica, Angenieux, Cooke, ARRI, Fujinon, RED, Schneider-Kreuznach

Sperrvermerk: Die vorgelegte Arbeit unterliegt keinem Sperrvermerk

Datum: 5.4.2011

Abstracts

Titel: Market Analysis of the presently used 35mm Prime Lenses -
Technical Basics and Decision Factors

Author: Frank Kappes

Reviewers: Prof. Dipl.-Designer Gerd van Rijn
Prof. Dr.-Ing. Stefan Altmeyer

The development of digital cinematography has undergone a rapid technological development which has brought about the issue of new data cameras as well as the construction of new objectives, serving the digital as well the analogous film industry.

The objective of this thesis comprises a mostly practically oriented overview of the objectives presently available for analog as well as digital cinematography. Furthermore, decision factors and quality parameter will be presented and there will be a brief discussion of technical and financial differences of these lenses. This will be preceded by a general introduction to the physical and optical basics followed by an outline of the measurement devices presently used in the photo industry.

An extensive compilation with detailed information about the prime lenses can be found in the appendix.

Keywords: Prime Lens, Quality Parameter, Zeiss, Leica,
Angenieux, Cooke, ARRI, Fujinon, RED, Schneider-
Kreuznach

Remark of closure: No remark of closure

Date: 5.4.2011

1	Vorwort	8
2	Einleitung	9
3	Physikalisch-optische Grundlagen	11
3.1	Licht	11
3.2	Brechung / Reflexion / Vergütung	12
3.3	Dispersion	15
3.4	Optisches Glas	16
3.5	Linsenformen	17
3.6	Bildwinkel und Formate	20
3.7	Brennweite	22
3.8	Blende	26
3.9	Schärfentiefe	28
3.10	Auflösung	30
3.11	Modulationsübertragungsfunktion (MTF)	31
3.12	Licht und Nahaufnahme	42
3.13	Abbildungsfehler / Aberrationen	34
3.14	Bildfeldausleuchtung	41
4	Messtechnik	42
4.1	Projektor	42
4.2	Zeiss Anlagemessgerät	44
4.3	Auto-Kollimation	44
4.4	Testcharts	46

5	Objektive.....	49
5.1	Herstellung	49
5.2	Objektivarten.....	53
5.3	Objektivfassungen	62
5.4	Innenfokussierung (IF).....	64
6	Gängige 35mm Modelle in der Filmindustrie	65
6.1	Panavision	65
6.2	ARRI/Zeiss	66
6.3	ARRI/Fujinon	71
6.4	Cooke	72
6.5	Angeniéux	75
6.6	RED	76
6.7	Fujinon	77
6.8	Leica.....	78
6.9	Schneider-Kreuznach	80
6.10	Vantage	81
6.11	Zubehör	82
7	Marktbeschreibung Deutschland	86
8	Zusammenfassende Betrachtung	90
9	Anhang / Übersicht Objektive	97
10	Quellen	115

Eidesstattliche Versicherung	118
Sperrvermerk	118
Weitergabeerklärung	118

1 **Vorwort**

Bei der Recherche zu dieser Diplomarbeit war es, von den veröffentlichten Datenblättern abgesehen, schwierig, ausführliche Informationen von Seiten der Hersteller zu erhalten, im Besonderen betrifft dies MTF Kurven. Hierin unterscheidet sich die Öffentlichkeitsarbeit die Film- und Fotoobjektive betreffend, selbst, wenn es sich um den gleichen Hersteller handelt.

Der Verfasser kann jedoch durch langjährige Erfahrung im Filmgeräteverleih und entsprechende berufliche Kontakte zurückgreifen. Außerdem hatte er Zugriff auf einige wenige, gut recherchierte Veröffentlichungen.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Vielen Dank an die Herren Prof. Gerd van Rijn als Erstprüfer und Prof. Stefan Altmeyer als Zweitprüfer, die mich jederzeit mit fachlichem und menschlichem Rat unterstützt haben.

Besonderer Dank geht an Ruth Eidenberg für das gewissenhafte Lektorat und ihren menschlichen Zuspruch.

2 Einleitung

Seit den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts fand auf dem Gebiet der Filmobjektive eine stetige Entwicklung statt. Diese wurde zunächst durch die Erfindung mit anschließender technischer Umsetzung der Reflexionsminderung möglich. Die exakte Berechnung der komplexeren Strahlengänge konnte nur Dank der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der Computertechnik vollzogen werden. Diese war es auch, die schließlich den Einsatz automatischer Programme für die Bildfehlerkorrektur ermöglichte.

Durch die Entwicklung der digitalen Filmkameras und die Möglichkeit, mit digitalen Spiegelreflexkameras kostengünstiger zu arbeiten, vergrößerte sich die Nachfrage nach Filmobjektiven. Auf Fotoobjektive konnte man nicht zurückgreifen, da diese auf Grund ihrer sehr eingeschränkten Bedienbarkeit für die Drehbedingungen bei Filmproduktionen nicht geeignet sind.

Des Weiteren stieg die Nachfrage von Seiten der Filmbranche nach immer lichtstärkeren und leichteren Objektiven, um den neuen Produktionsanforderungen nach Schnelligkeit und Flexibilität gerecht zu werden. Durch den vermehrten Einsatz von beweglichen Kamera-Support-Systemen und dem Aufkommen der 3D-Produktionen spielt mittlerweile auch das Gewicht und die Größe von Objektiven eine wichtige Rolle.

Zu den schon am Markt bekannten Herstellern wie ARRI/Zeiss, Cooke, Angenieux und Panavision gesellten sich 2010 noch zwei weitere bis dato im Filmproduktionsgeschäft unbekannte Hersteller: Leica, Schneider-Kreuznach und Fujinon.

Alle Filmobjektivhersteller haben neue Prime Lenses entwickelt und wollen diese am Markt etablieren. (Der Begriff Prime Lens steht für Filmobjektive höchster Vergütung und bester Fehlerkorrektur). Die Herstellung solcher Objektive ist sehr komplex und erfolgt auf Grundlage mathematischer und

physikalischer Theorien. Da es nicht möglich ist, ein einzelnes Objektiv für alle Drehanforderungen zu entwickeln, sind verschiedene Objektivserien entwickelt worden.

Trotz modernster Computerunterstützung bei den langwierigen und umfangreichen Berechnungen der Strahlengänge eines neuen Objektivs ist die Erfahrung und intuitive Kreativität des Konstrukteurs eine wichtige Voraussetzung, um Prime Lenses zu konstruieren. Hinzu kommt die gute Zusammenarbeit mit den Produktionstechnikern, welche die Umsetzung der Pläne erst ermöglichen.

Da Filmobjektive heutzutage ausschließlich von Filmgeräteverleihern erworben werden, um sie dann an die verschiedenen Filmproduktionen verleihen, spielen Robustheit und Servicefreundlichkeit der Geräte eine weitere wichtige Rolle.

In der vorliegenden Diplomarbeit wird die aktuelle Marktsituation der 35mm Filmobjektive dargestellt und deren Eigenschaften aufgezeigt. Es wird zunächst auf die grundlegenden physikalisch-optischen Zusammenhänge eingegangen, im Folgenden werden dann praxisrelevante Qualitätsparameter aufgezeigt.

3 Physikalisch-optische Grundlagen

3.1 Licht

Um überhaupt ein Bild sehen zu können, ist Licht erforderlich. Das für uns Menschen sichtbare Licht, ein Teil der elektromagnetischen Strahlung, ist weiß und besteht aus den Wellenlängen von 380nm bis 780nm. Wird dieses weiße Licht z.B. mit Hilfe eines Prismas aufgespalten, sind die einzelnen Spektralfarben zu sehen.

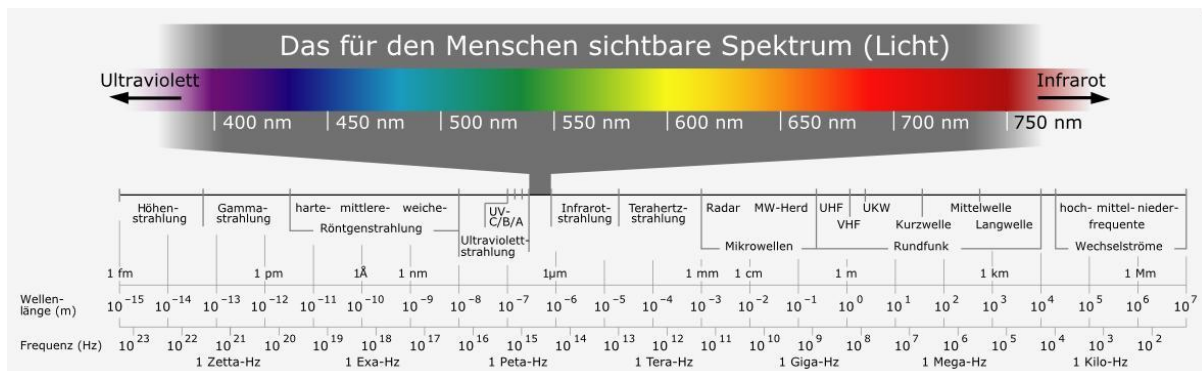


Abb. 3.1 – Sichtbares Spektrum [37]

Dem weißen Licht sind Farbtemperaturen zugeordnet, dies richtet sich nach der Höhe der einzelnen Wellenlängenbestandteile. Tageslicht hat eine mittlere Farbtemperatur von ca. 5600K und somit einen hohen Blauanteil. Kunstlicht (Glühlampe) hat mit 3200K einen hohen Rotanteil.

Um einige optische Phänomene zu erklären ist der Wellencharakter des Lichtes entscheidend.

Die Empfindlichkeit unseres Auges ist für eine Wellenlänge von 587,6nm am größten. Dies entspricht der Natrium-Linie und liegt im Übergangsbereich von Gelb zu Grün.

3.2 Brechung / Reflexion / Vergütung

Ein wichtiges Kriterium für die Lichtstärke eines Objektivs ist die Reduktion von Reflexionen¹. Diese entstehen an den Grenzflächen zweier Medien mit unterschiedlicher optischer Dichte ($n_1 \neq n_2$). Im Fall der Objektive geschieht dies an den Grenzflächen Luft-Glas, Glas-Glas und Glas-Luft. Ein Teil des Lichts wird an der Glasoberfläche gebrochen, ein anderer reflektiert (Abb. 3.2).

Das Reflexionsgesetz sagt aus, dass das Licht unter dem gleichen Winkel reflektiert wird, in dem es auf die reflektierende Oberfläche auftrifft.

$$\alpha = \alpha'$$

Formel 3.1 - Reflexionsgesetz

Der gebrochene Teil wird beim Übergang vom optisch dünneren ins optisch dichtere Medium zum Einfallslot hin und beim Übergang vom optisch dichteren ins optisch dünnere Medium vom Einfallslot weg gebrochen. Hier tritt ab dem sog. Grenzwinkel Totalreflexion ein. Dies bedeutet, dass das Licht nicht in das optisch dünnere Medium eintritt.

Mit Hilfe des Brechungsgesetzes² von Snellius³ kann man den Brechungswinkel bestimmen:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

n_1 : Brechungsindex 1. Medium - n_2 : Brechungsindex 2. Medium

Für Luft ($n=1$) gilt somit:

$$n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Formel 3.3 - Brechungsindex

¹ Engl. Lens Flare

² engl. Refraktion

³ Rudolph Snellius (1546-1613) - Holländischer Physiker

Je geringer der Brechungsindex einer brechenden Fläche, desto geringer ist ihr Anteil an den Bildfehlern (Kapitel 3.12).

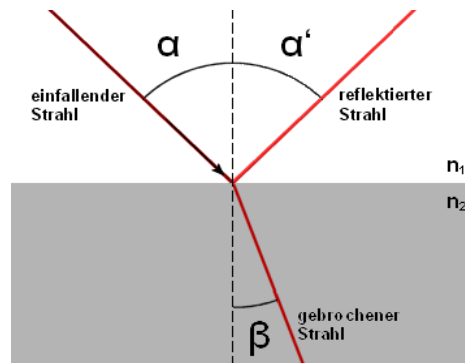


Abb. 3.2 – Teilreflexion [37]

Da Reflexionen an allen Linsenoberflächen eines Objektivs auftreten und Objektive aus mehreren Linsen bestehen, addieren sich die Lichtverluste. Mit Hilfe von speziellen Oberflächenvergütungen⁴ auf den einzelnen Linsenoberflächen erreicht man ein absolutes Minimum an Reflexionen, was zu besseren Schwärzen, höherem Kontrast, guter Brillanz und Farbsättigung und einer besseren Transmission führt.

Um alle Wellenlängen des sichtbaren Spektrums abzudecken, sind mehrere Vergütungsschichten erforderlich. Man nennt dies auch Mehrfachvergütung⁵.

Durch die Lambda-Viertel-Schicht-Beschichtung erreicht man eine destruktive Interferenz des reflektierten Lichts.

⁴ engl. lens coating

⁵ engl. multi coating

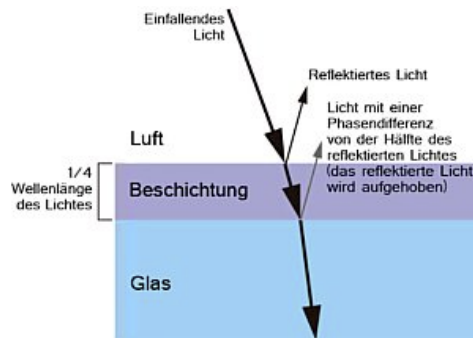


Abb. 3.3 – Vergütung [39]

Folgernd aus der Tatsache, dass die Summe aus Transmission und Reflexion gleich dem einfallenden Licht ist, erhält man nach der Elimination der Reflexionen:

$$T + R = 100\% \xrightarrow{R=0} T = 100\%$$

Formel 3.4 - Vergütung

Mit der Vergütung werden Objektivserien auch farblich aufeinander abgestimmt (engl. color matching). Die am häufigsten eingesetzten Beschichtungstechniken sind das thermische Aufdampfen und die Elektronenstrahlbeschichtung. Eine neue Technik ist die Plasma-Ionen-unterstützte Beschichtung (IAD⁶).

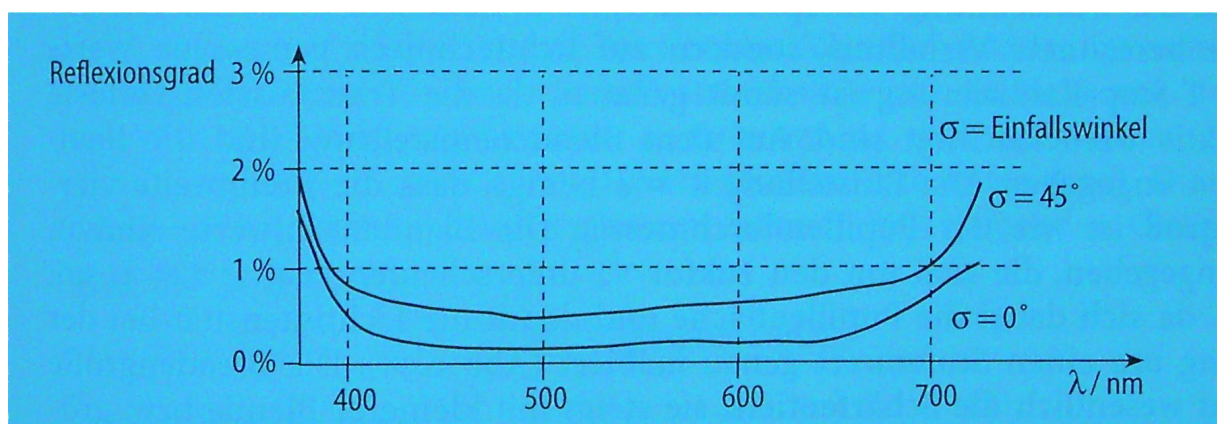


Abb. 3.4 Reflexionsverhalten bei Entspiegelung mit mehreren Vergütungsschichten [8]

⁶ ion assisted deposition

Abb. 3.4 Reflexionsverhalten bei Entspiegelung mit mehreren Vergütungsschichten zeigt das Ergebnis einer mehrschichtigen Vergütung. Der Reflexionsgrad im sichtbaren Spektrum liegt deutlich unter 1%.

Trotz der aufwändigen Vergütungsverfahren mit mehreren Schichten und reflexionsmindernden Beschichtungen der Objektivinnengehäuse, gibt es bestimmte Aufnahmesituationen, die zu Reflexionen führen. Hier spricht man von Reflexionsflecken und von Ghosting.

Abb. 3.5 - Reflexionsflecken/Ghosting zeigt eine Gegenlichtaufnahme mit auftretenden Reflexionen:



Abb. 3.5 - Reflexionsflecken/Ghosting [privat]

3.3 Dispersion

Dispersion (lat. dispergere, „ausbreiten, zerstreuen“) beschreibt die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex. Das bedeutet, dass jede Wellenlänge unterschiedlich gebrochen wird.

$$n = n(\lambda)$$

Formel 3.5 – Wellenlängenabhängigkeit von n

Ein Maß für die Dispersionseigenschaften von Glas ist die Abbesche Zahl (v). Dabei gilt: je größer die Abbesche Zahl, desto kleiner die Dispersion.

$$v_{546nm} = \frac{n_{546nm} - 1}{n_{480nm} - n_{644nm}}$$

Formel 3.6 – Abbesche Zahl

3.4 Optisches Glas

Optisches Glas für Objektive bester Güte ist ein mineralisches Schmelzprodukt aus anorganischen Materialien. Hauptbestandteile sind 70% Glasbildner (Quarz), 20% Flussmittel (Pottasche u. Soda) und 10% Glashärter (Oxide). Durch Zusatz von 1% verschiedener Metalloxide können die optischen Eigenschaften verändert werden.



Abb. 3.6 – Galsgrundbestandteile [31]

Um eine gute optische Homogenität (Brechzahlhomogenität) des Glases zu erreichen, sind Volumen, Form und Abkühlen der Glasschmelze (ca. 1500°C) auf Raumtemperatur sehr wichtig. Hier hat jeder Hersteller sein eigenes gut gehütetes Know-how entwickelt.

Einige der bekanntesten Glashersteller sind Schott, Hoya und Corning.

Kennzahlen für optisches Glas sind die Hauptbrechzahl n_e und die Abbesche Zahl v_e (bei 546nm).

Abb. 3.7 zeigt die von Schott angebotenen Glassorten. Gläser mit niedriger Dispersion haben eine Abbesche Zahl >55 und gehören zu den Krongläsern, die mit hoher Dispersion >50 zu den Flintgläsern.

Man erkennt, dass mit zunehmender Brechzahl die Dispersion zunimmt und damit auch der Reflexionsgrad. Gleichzeitig verringert sich die Abbe-Zahl und der Transmissionsgrad des Glases.

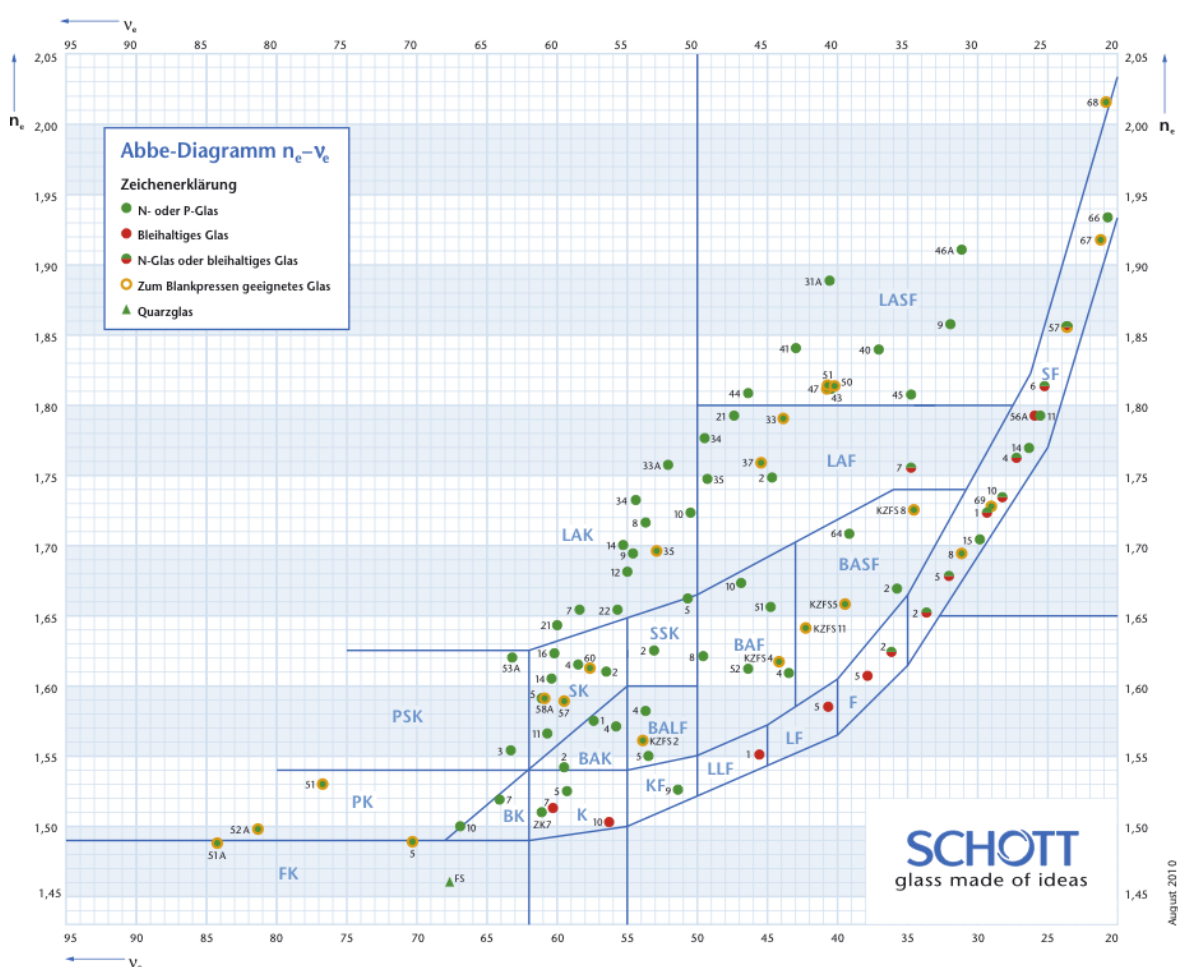


Abb. 3.7 – Schott Abbe Diagramm [36]

3.5 Linsenformen

In Objektiven kommen verschiedene zentrierte Linsenformen zum Einsatz. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen sphärischen und asphärischen Linsen.

Sphärische Linsen sind gekennzeichnet durch zwei Krümmungsradien. Sie sind unterteilt in sammelnde, konvexe und zerstreuende, konkave Linsen (Abb. 3.8).

Sammellinsen sind in der optischen Achse dicker als am Rand. Man bezeichnet sie auch als positive Linsen. Zerstreulinsen dagegen sind am Rand dicker als in der optischen Achse und man bezeichnet sie als negative Linsen.

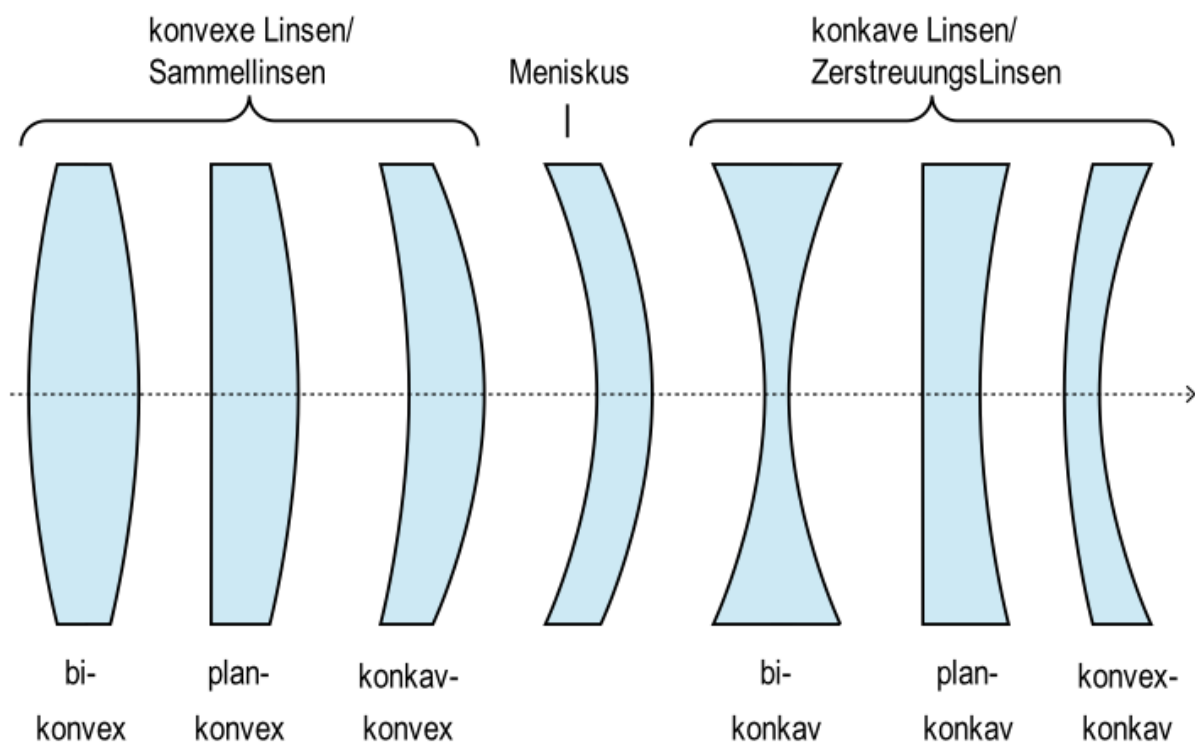


Abb. 3.8 – Linsenformen [5]

Die Konkavkonvexlinse wird auch sammelnder, oder positiver Meniskus⁷ genannt. Ein Meniskus, bei dem beide Krümmungsradien gleich sind, wird Hoeghscher Meniskus genannt und ist ebenfalls sammelnd.

Asphärische Linsen haben eine komplexe Oberfläche und lassen sich nicht mit zwei Krümmungsradien beschreiben. Ihre Oberflächen folgen

⁷ griech. Mondförmiger Körper

komplexen Parabel-Funktionen. Abb. 3.9 zeigt die Oberflächenvariable z in Abhängigkeit vom Abstand h zur optischen Achse.

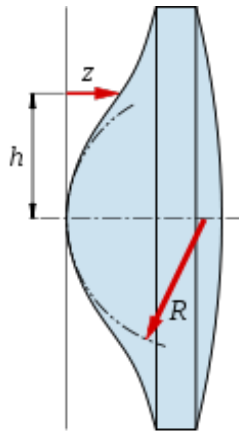


Abb. 3.9 – Asphärische Linse 1 [5]

Mit Hilfe von asphärischen Linsen lassen sich die Freiheitsgrade zur Konstruktion von Objektiven erhöhen und die Anzahl der Linsen reduzieren. Asphären vermeiden sphärische Aberrationen (Abb. 3.10), ermöglichen größere Anfangsöffnungen (höhere Lichtstärke) und Bildwinkel, sowie die Reduktion von Gewicht und Volumen eines Objektivs.

Zu ihrer Herstellung ist äußerste Präzision und Know-how notwendig, was sie sehr teuer macht.

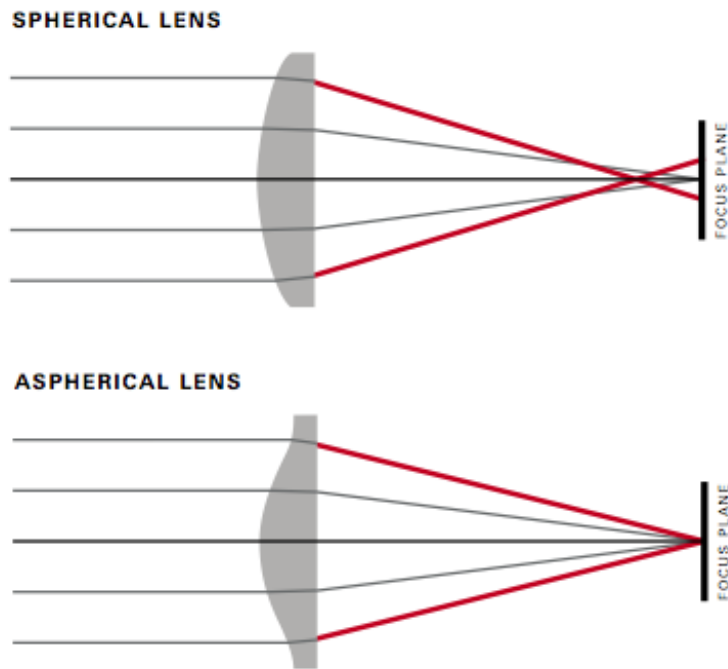


Abb. 3.10 – Asphärische Linse 2 [30]

Da sich sphärische Linsen im Gegensatz zu asphärischen leichter und kostengünstiger herstellen lassen, werden sie hauptsächlich für den Bau von Objektiven eingesetzt.

Asphären werden nur eingesetzt, wenn ihr Einsatz klare Vorteile bietet.

3.6 Bildwinkel und Formate

Mit der Entwicklung der analogen und der digitalen Cinematographie sind verschiedene Bildformate entstanden. Diese bestimmen den nutzbaren Bildwinkel eines Objektivs. In den technischen Spezifikationen der Objektive sind entweder der horizontale oder der diagonale Bildwinkel bezogen auf das Aufnahmeformat angegeben. Die drei Bezugsformate bei 35mm sind:

- DIN N35/1:1.37ACAD
- DIN S35/1:1.33
- ANSI S35/1:1.33

Mit folgenden Formeln lassen sich die Bildwinkel errechnen:

$$\alpha_H = 2 \cdot \arctan\left(\frac{B}{2 \cdot f}\right)$$

Formel 3.7 - Horizontaler Bildwinkel – B: Formatbreite

$$\alpha_D = 2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{2 \cdot f}\right)$$

Formel 3.8 - Diagonaler Bildwinkel – D: Formatdiagonale

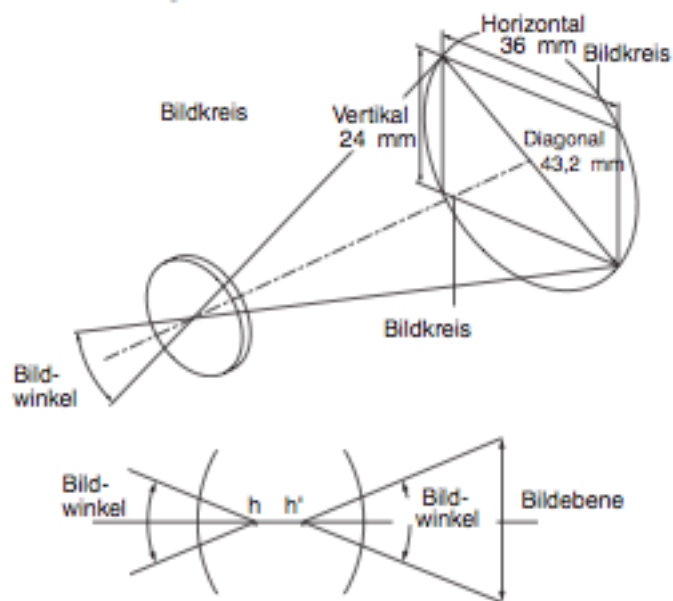


Abb. 3.11 - Bildwinkel bei Kleinbild [24]

In Tabelle 3.1 - Formate sind alle wichtigen analogen und digitalen Formate aufgeführt:

Negativ-, Sensorfläche	Formatmasken	Breite mm	Höhe mm	Verhältnis	Fläche mm ²	Diagonale mm	
Kleinbild		36	24	3/2	864,0	43,3	
N35 + DIN S35	Universal	24,25	18,6	4/3	451,1	30,6	
	N35 - 1.37 ACAD	22	16	11/8	352,0	27,2	
	N35 - (2x) 2.35	22	18,6	6/5	409,2	28,8	
	N35 - 1.66	22	13,2	5/3	290,4	25,7	
	N35 - 1.85	22	11,9	13/7	261,8	25,0	
	N35 - 1.78	22	12,4	16/9	272,8	25,3	
	S35 - 1.33 (Silent)	24	18	4/3	432,0	30,0	
	S35 - 2.35	24	10,5	16/7	252,0	26,2	
	S35 - 1.85	24	13	13/7	312,0	27,3	
	S35 - 1.78	24	13,5	16/9	324,0	27,5	
	S35 - 1.66	24	14,4	5/3	345,6	28,0	
	S35 - 2.35 Asym.	24	10,5	16/7	252,0	26,2	
	ANSI S35	1.33	24,9	18,7	4/3	465,6	31,1
		2.35	24,9	11,1	9/4	276,4	27,3
		1.85	24,9	13,9	9/5	346,1	28,5
		1.78	24,9	14,4	7/4	358,6	28,8
		1.85 Asym.	24,9	13,9	9/5	346,1	28,5
N16		10,3	7,5	11/8	77,3	12,7	
S16		12,35	7,5	5/3	92,6	14,4	
RED One		22,1	12,4	16/9	274,0	25,3	
RED Epic		27,7	14,6	17/9	404,4	31,3	
Alexa		23,76	13,37	16/9	317,7	27,3	
Phantom Gold		25,6	25,6	1/1	655,4	36,2	
D21		23,7	17,8	4/3	421,9	29,6	
SI-2K		10,3	5,76	9/5	59,3	11,8	
Sony F35		23,6	13,3	16/9	313,9	27,1	
Weisscam HS-2		22,2	22,2	1/1	492,8	31,4	
Canon 5D		36	20,3	16/9	730,8	41,3	
Canon 1D		27,9	15,7	16/9	438,0	32,0	
Canon 7D		22,3	12,5	16/9	278,8	25,6	
Panasonic AG-AF101EJ		17,8	10	16/9	178,0	20,4	
Sony PMW-F3L		24	18	4/3	432,0	30,0	

Tabelle 3.1 - Formate

3.7 Brennweite

Die Brennweite eines Objektivs ist ein Maß für den Abstand von der bildseitigen Hauptebene zum Brennpunkt. In Abb. 3.13 - Abbildung dünne Linse ist die bildseitige Hauptebene die optische Mitte der Konvexlinse.

Achsenparallele Strahlen konvergieren durch diese im so genannten bildseitigen Brennpunkt F2. Da die Lichtstrahlen eine Linse auch in anderer

Richtung passieren können, besitzt jede Linse zusätzlich einen objektseitigen Brennpunkt F1.

Mit Hilfe der Abbildungsgleichung lässt sich die Brennweite ermitteln:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} - \frac{1}{b}$$

Abb. 3.12 – Abbildungsgleichung

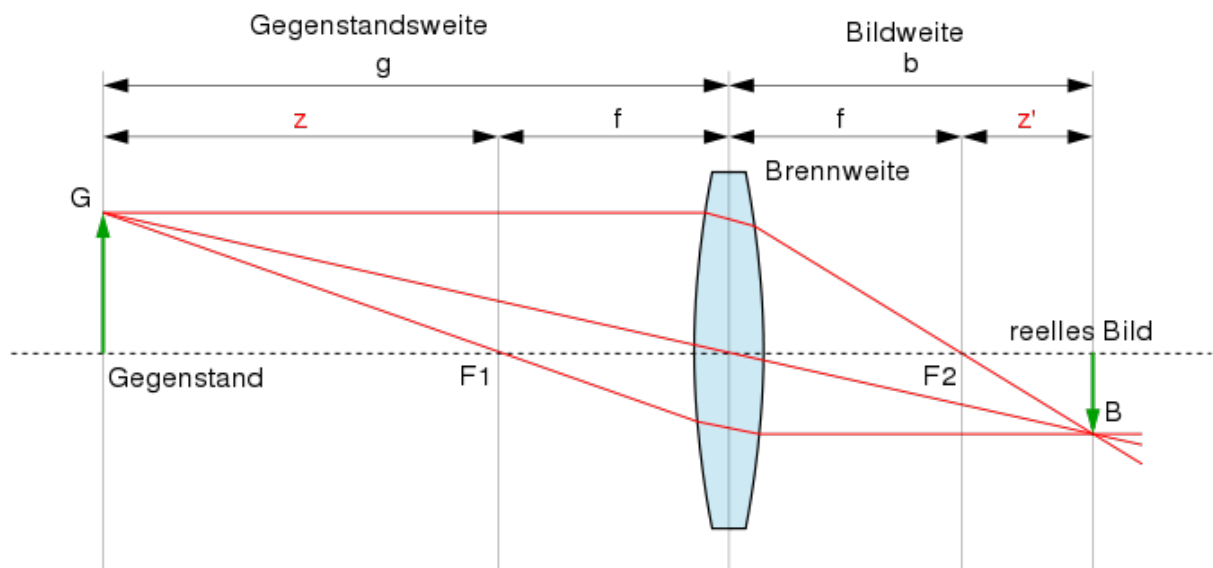


Abb. 3.13 - Abbildung dünne Linse [37]

Zur Konstruktion des Bildpunktes werden achsparallele Strahlen zu Brennpunktstrahlen, Brennpunktstrahlen zu achsparallelen Strahlen und Mittelpunktstrahlen bleiben ungebrochen.

Für praktische Aufnahmeüberlegungen reichen die überschlagsmäßigen Berechnungen mit einer dünnen Linse völlig aus. Zur Konstruktion eines Objektivs, das ja aus mehreren Linsen besteht, muss diese Theorie erweitert werden. Dies geschieht mit Hilfe der objektseitigen (H) und bildseitigen (H') Hauptebene.

Die Konstruktion des Bildpunktes erfolgt wie bei der dünnen Linse, außer dass der Mittelpunktstrahl vom Bildpunkt kommend an H endet und parallel verschoben bei H' weiterführt bis zum Bildpunkt (Abb. 3.14).

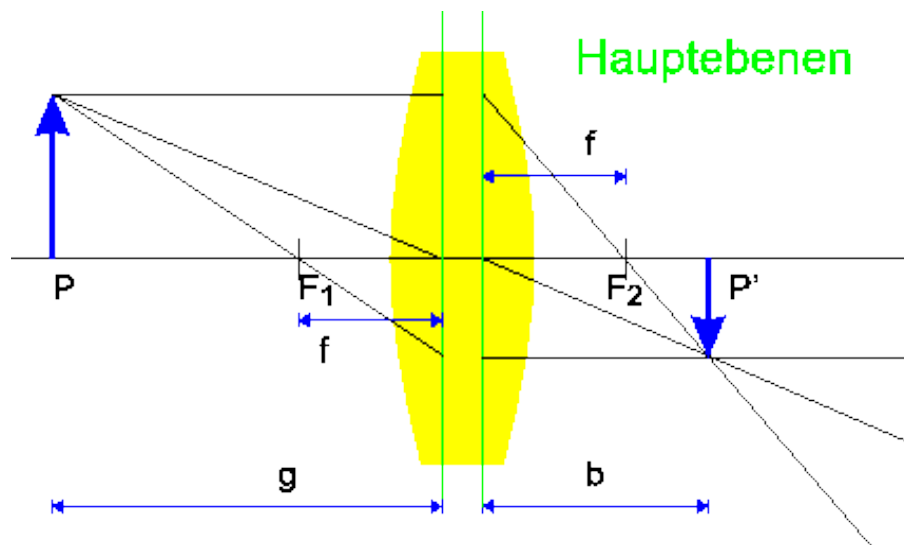


Abb. 3.14 – Hauptebenen [37]

Das Größenverhältnis zwischen Bild- und Gegenstandsgröße nennt man Abbildungsmaßstab m . Dieser ergibt sich aus den Quotienten Bildweite/Gegenstandsweite, oder Bildgröße/Gegenstandsgröße:

$$m = \frac{b}{g} = \frac{y'}{y}$$

Formel 3.9 - Abbildungsmaßstab

Für sehr große Entfernungen (>20 fache der Brennweite) gilt:

$$m = \frac{f}{g}$$

Abb. 3.15 - Abbildungsmaßstab für $g \rightarrow \infty$

Weiterhin ist die Brennweite für $g \rightarrow \infty$ ein Maß für die maximal ausleuchtbare, fehlerfreie Bildfläche, den effektiven Bildkreis und somit für den nutzbaren Bildwinkel. Dieser ist formatabhängig (siehe 3.6).

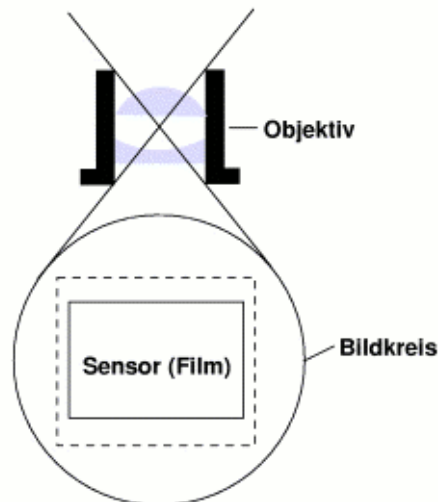


Abb. 3.16 – Bildkreis [37]

Normalbrennweite

Ein Objektiv, das eine perspektivisch richtige Bildübertragung ermöglicht, nennt man Normalobjektiv. Hierbei sind für den Betrachter die Größenverhältnisse im Motiv bei der Aufnahme und der Wiedergabe identisch.

Grundlage hierfür ist der deutliche Sehwinkel⁸, oder auch das scharfe Gesichtsfeld des Menschen von 45°. Über die Tangensbildung des deutlichen Sehwinkels (Betrachtungswinkels) und dem vorgegebenen Format lässt sich die zugehörige Brennweite berechnen. Diese ermöglicht es dem Betrachter unter Berücksichtigung des richtigen Betrachtungsabstandes das Objekt unter dem gleichen Bildwinkel zu betrachten, wie die Kamera bei der Aufnahme.

$$f_N = \frac{F_D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha_D}{2}\right)}$$

f_N : Normalbrennweite
 F_D : Formatdiagonale
 α : deutlicher Sehwinkel

Formel 3.10 - Normalbrennweite

⁸ Möllering / Slansky – Handbuch der professionellen Videotechnik – 1993

Mit einem Normalobjektiv besteht die Möglichkeit den Zuschauer perspektivisch richtig an das Bildgeschehen zu binden, da er sich in einer ihm gewohnten Sehposition befindet.

Beispiele für Normalbrennweiten:

Negativ-, Sensorfläche	Formatmasken	Breite mm	Höhe mm	Verhältnis	Diagonale mm	Normalbrennweite
Kleinbild		36	24	3/2	43,3	44mm
N35	1.37 ACAD	22	16	11/8	27,2	27mm
DIN S35	1.33 (Silent)	24	18	4/3	30,0	29mm
ANSI S35	1.33	24,9	18,7	4/3	31,1	30mm

3.8 Blende

Eine der drei Einstellmöglichkeiten eines Objektivs neben Schärfe und Brennweite ist die Blende. Mit ihr wird die Lichtmenge durch das Objektiv gesteuert und dadurch die Belichtung des aufzunehmenden Bildes. Mit Hilfe von Motoren und einer entsprechenden Remote-Einheit kann sie darüber hinaus während einer Aufnahme verändert werden (Bildgeschwindigkeit – Blendenausgleich).

Die Blendenzahl k gibt an, wie oft der Blendendurchmesser in der Brennweite vorhanden ist.

$$k = \frac{f}{d_{\max}}$$

Formel 3.11 - Blendenwert

Ihre numerische Abstufung bedeutet immer eine Verdopplung oder Halbierung der Lichtmenge. Das bedeutet, dass die einzelnen Blendenzahlen sich jeweils um den Faktor $\sqrt{2}$ unterscheiden. Dies folgt aus der Tatsache, dass der Durchmesser eines Kreises mit $\sqrt{2}$ multipliziert werden muss, um die Fläche und dadurch die Lichtmenge zu verdoppeln. Es sind auch Zwischenschritte möglich, die dann eine geringere Flächenveränderung bedeuten. Bei Filmobjektiven sind $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ Blendenstufen üblich.

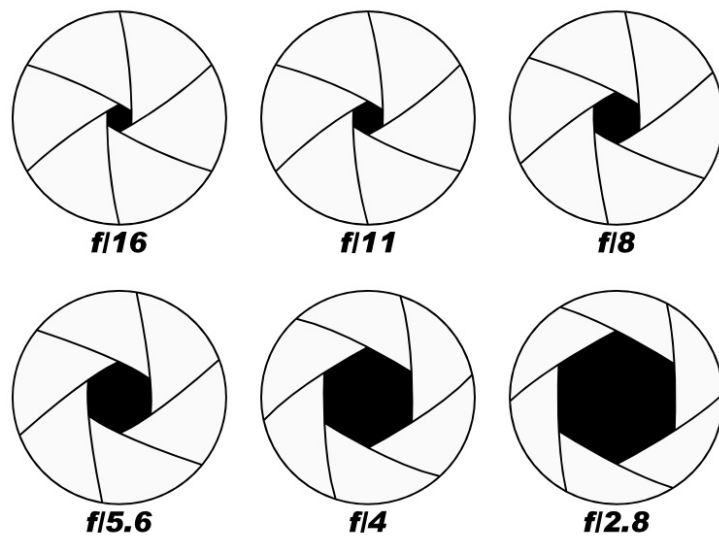


Abb. 3.17 – Blendengrößen [37]

Mit Veränderung der Blende ergeben sich zudem Abbildungsveränderungen. Bei einer sehr kleinen Blendenöffnung (große Blendenzahl), kann es zu Beugungserscheinungen kommen, die die Abbildungsqualität erheblich verschlechtern. Weiterhin fällt die Schärfentiefe stark ab. Bei einer großen Blendenöffnung (kleine Blendenzahl) macht sich der Lichtabfall am Rande des Bildes bemerkbar und die Schärfentiefe steigt bis unendlich.

Auf Objektiven ist der so genannte T-Stop Blendenwert, die effektive Blendenzahl eingraviert. Dies ist im Gegensatz zum F-Stop Wert die reell gemessene Blendenzahl. F-Stop ist die rechnerisch ermittelte.

$$k_T = \frac{k}{\sqrt{\tau_{546}}}$$

Formel 3.12 – Gemessener Blendenwert

In einigen Datenblättern der Objektive wird die Lichtstärke als max. Öffnungsverhältnis, oder auch die relative Öffnung angegeben. Das ist der Kehrwert des kleinsten Blendenwertes.

$$\text{Öffnungsverhältnis} = \frac{1}{k_{\min}}$$

Formel 3.13

Durch Abblenden kann man die Abbildungsfehler reduzieren. Dies allerdings nur bis zu einem Punkt, der förderliche Blende genannt wird. Ein weiteres Abblenden führt zu Unschärfen durch die auftretende Beugung.

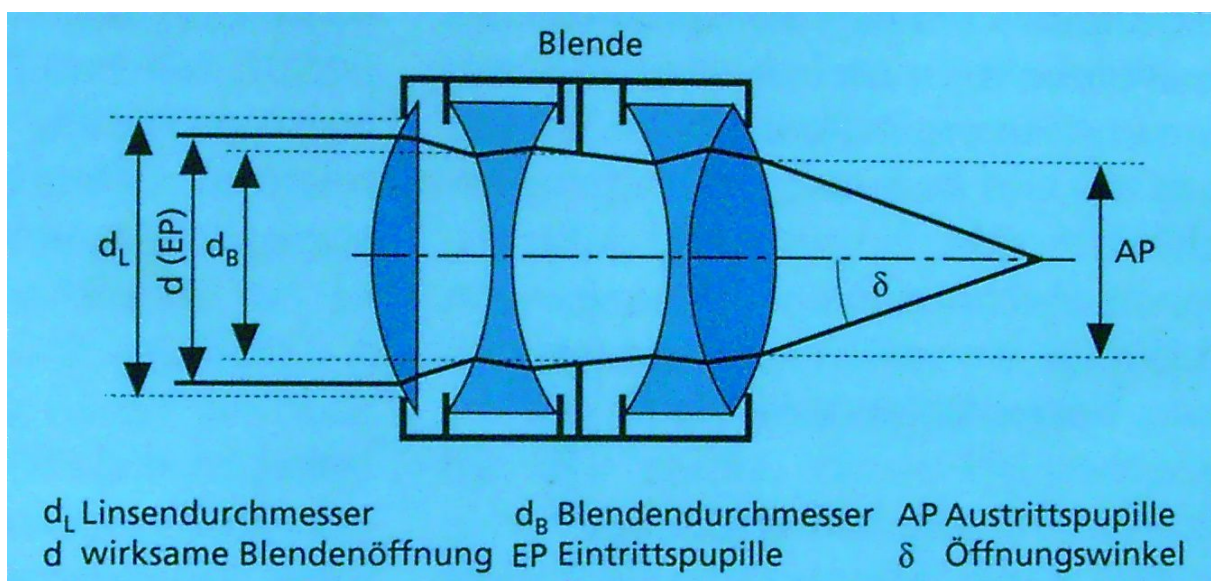


Abb. 3.18 - Blenden u. Pupillen [5]

3.9 Schärfentiefe

Neben der Blendenzahl ist die Schärfentiefe von weiteren Faktoren abhängig: dem zulässigen Zerstreuungskreis, der Entfernung zum Objekt, der Brennweite und der Targetgröße⁹.

Außer dem Zerstreuungskreis sind alle anderen Größen abhängig von der Aufnahmesituation. Zeiss und Cooke legen ihren Schärfetiefentabellen einen zulässigen Zerstreuungskreisdurchmesser von 0,025mm zu Grunde.

⁹ Größe der Bildebene (Bildfenster, Sensor)

Nur Objekte, die innerhalb der Schärfentiefe liegen, werden vom Objektiv scharf abgebildet. Außerhalb liegende Objektpunkte überschreiten den zulässigen Zerstreuungskreisdurchmesser und werden nicht mehr scharf abgebildet. Abb. 3.19 – Unschärfekreis zeigt wie sich die Abbildungstiefe¹⁰ verändert beim Schließen der Blende. Auch auf der Bildseite vergrößert sich dann die Schärfentiefe¹¹.

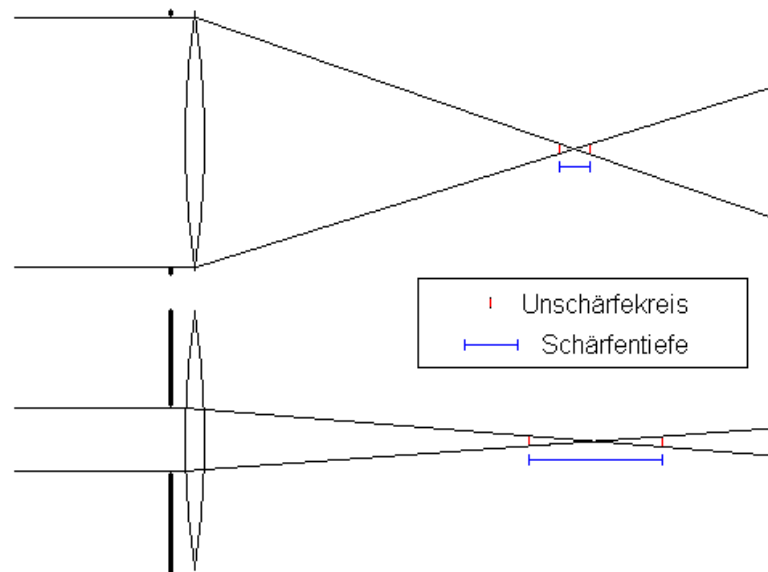


Abb. 3.19 – Unschärfekreis [40]

Nach den folgenden Formeln lassen sich die beiden Randpunkte des Schärfetiefenbereichs berechnen:

Fernpunkt:

$$a_F = \frac{z \cdot k \cdot g^2}{f^2 - z \cdot k \cdot g}$$

Formel 3.14 - Fernpunkt

Nahpunkt:

$$a_N = \frac{z \cdot k \cdot g^2}{f^2 + z \cdot k \cdot g}$$

Formel 3.15 - Nahpunkt

¹⁰ engl. depth of focus

¹¹ engl. depth of field

Die Differenz aus Fernpunkt- und Nahpunkt ergibt den gesamten Schärfetiefenraum:

$$S = a_F - a_N$$

Formel 3.16 - Schärfetiefenraum

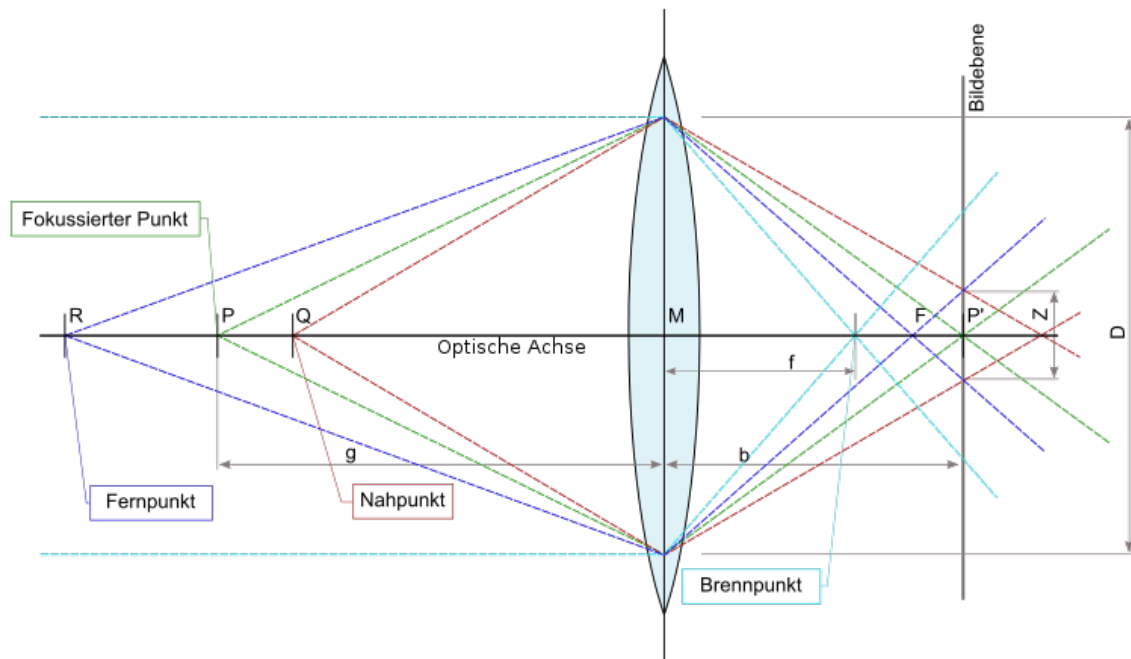


Abb. 3.20 – Schärfentiefe [37]

Der Begriff Close Focus bezeichnet die minimalste Objektentfernung, die noch eine scharfe Abbildung erlaubt.

3.10 Auflösung

Da das Objektiv das erste Aufnahme begrenzende Element der Abbildungskette darstellt, können nur die Bildpunkte übertragen werden, die es abbilden kann. Der Parameter hierfür ist die Auflösung.

Sie gibt an, wie viele Linienpaare pro Millimeter (Lp/mm) noch klar voneinander unterscheidbar sind. In Abb. 3.21 – max. Auflösung eines opt.

Systems sind die maximal zu erreichenden Auflösungswerte eines fehlerfreien, optischen Systems und die zugehörigen Blendenwerte dargestellt. Diese Werte lassen sich auf folgender Formel für die Auflösungsgrenze ableiten:

$$\text{Auflösung} \left[\frac{Lp}{mm} \right] = \frac{1}{1,22 \cdot \lambda \cdot k}$$

Formel 3.17 - Auflösungsgrenze

f-no.	resolution (line pairs per millimeter)
45.....	35
32.....	50
22.....	70
16.....	100
11.....	140
8.....	200
5.6.....	280
4.....	400
2.8.....	560

Abb. 3.21 – max. Auflösung eines opt. Systems [31]

Auf Grund eingehender Tests bei ARRI München ergibt sich für ein 35mm Negativ (250 ASA) in der Bildmitte eine Auflösungsgrenzfrequenz von $80^{Lp}/_{mm}$. Dies entspricht einer Detailgröße von 0,006mm. Auf die volle Bildbreite von ANSI S35 (24,9mm) hochgerechnet, ergibt sich eine Bildauflösung horizontal von 4150 Detailpunkten. Bei digitaler Aufzeichnung entspricht dies einer Auflösung von 4K⁺.

3.11 Modulationsübertragungsfunktion (MTF)

Die Qualität eines Objektivs lässt sich an der Kontrastübertragung messen. Ein Raster aus immer feiner werdenden schwarzen und weißen Linien wird vom Objektiv abgebildet. Misst man nun den Kontrastunterschied zwischen Vorlage und Bild kann man mit folgender Formel den Kontrast¹² errechnen.

¹² Modulation

$$Kontrast = \frac{Leuchtdichte_{\max} - Leuchtdichte_{\min}}{Leuchtdichte_{\max} + Leuchtdichte_{\min}}$$

Formel 3.18 - Kontrast

Trägt man nun die errechneten Werte in ein xy-Diagramm mit der y-Achse als Kontrast und der x-Achse als Linienpaare pro Millimeter, kann man beobachten wann die einzelnen Linien in einer grauen Fläche verschwinden. An dieser Stelle ist die Auflösungsgrenze des Objektivs erreicht. Die Breite einer schwarzen und weißen Linie bilden ein Linienpaar. Den Zusammenhang zur Gesamtstrecke nennt man Ortsfrequenz.

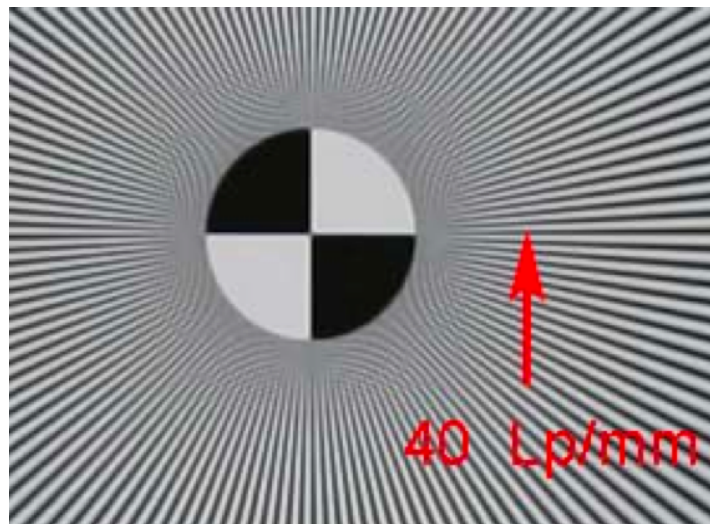


Abb. 3.22 – Linienraster [31]

In Abb. 3.22 – Linienraster ist die Stelle an der eine Ortsfrequenz von $40^{Lp}/_{mm}$ herrscht, rot gekennzeichnet.

Der Kontrastunterschied kommt durch die schon benannten Abbildungsfehler, durch Streulicht und Beugung zu Stande.

Durch die in das Diagramm eingetragenen Werte ergibt sich die Modulationsübertragungsfunktion. Die von ihr begrenzte Fläche ist ein Maß für die Abbildungsqualität. Je größer die Fläche, desto mehr Linien und oder mehr Kontrast wird übertragen. Dabei ist die Anzahl der $Lp/_{mm}$ die übertragen werden nicht alleine ausreichend für die Qualitätsbeurteilung.

Um ein gutes Bild zu erhalten ist die Kontrasübertragung bei den unteren L_p/mm auch sehr wichtig.

Durch die grafische Darstellung der Modulationsübertragung über den Parametern Ortsfrequenz, Bildhöhe und Schärfenebene lassen sich die optischen Eigenschaften eines Objektivs messtechnisch darstellen. Eine genauere Erläuterung würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen. Abb. 3.23 – MTF_1 [31] und Abb. 3.24 – MTF_2 [31] zeigen die Kontrastübertragung in Abhängig von der Bildhöhe.

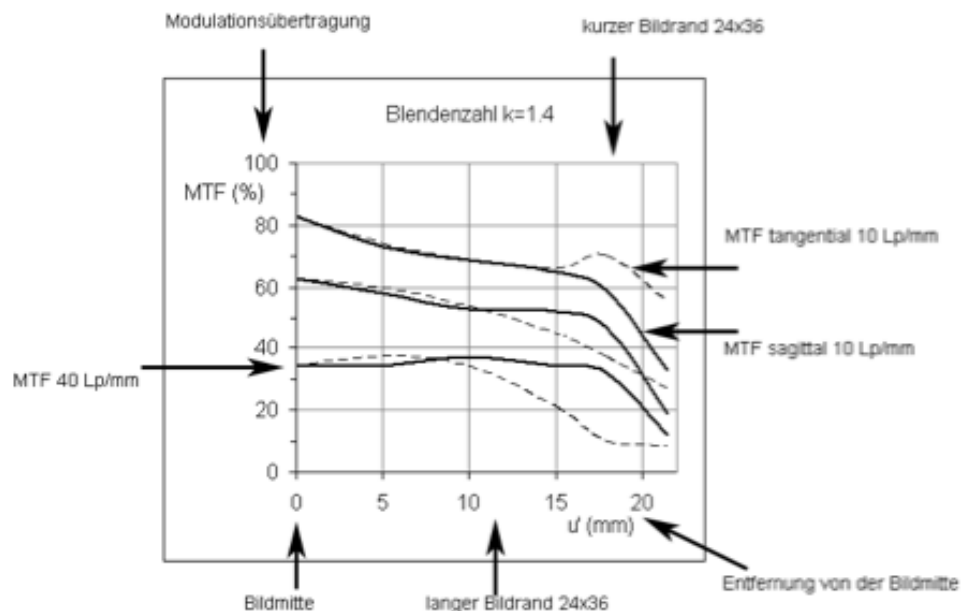


Abb. 3.23 – MTF_1 [31]

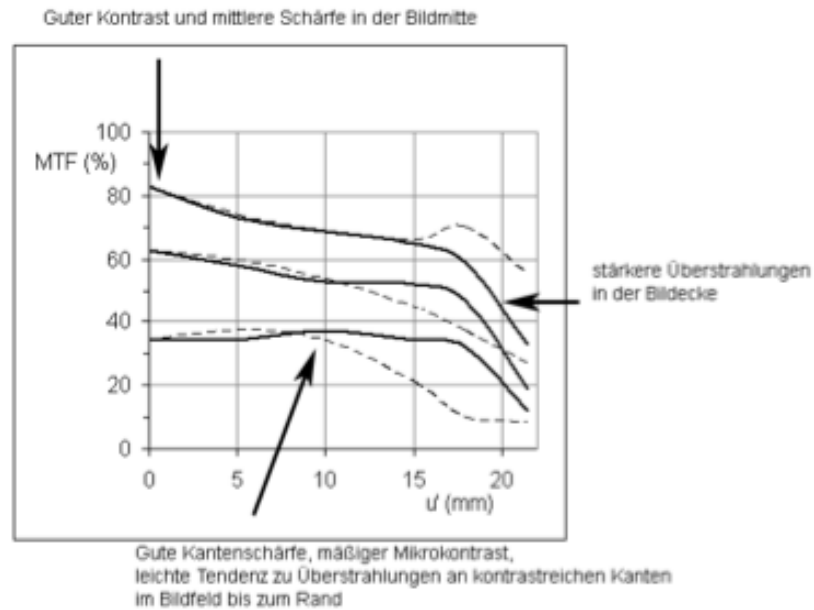


Abb. 3.24 - MTF_2 [31]

3.12 Abbildungsfehler / Aberrationen

Die bei Objektiven auftretenden physikalischen Schwierigkeiten, die korrigiert werden müssen, um eine ausreichend gute Abbildungsqualität zu erreichen, werden Abbildungsfehler, oder auch Aberrationen genannt.

Diese entstehen unter anderem durch die Wellennatur des Lichts und die unterschiedlichen Eigenschaften der verwendeten Glassorten und Glasformen. Je weiter sich die Lichtstrahlen von der optischen Achse befinden desto treten Abbildungsfehler in Erscheinung.

Die auftretenden Fehler, auch Seidelsche¹³ Fehler genannt, lassen sich klassifizieren in monochromatische- und chromatische Fehler. Sie sind Fehler 3. Ordnung. Die Fehler 5. und 7. Ordnung werden erst dann sichtbar, wenn die Fehler 3. Ordnung behoben sind.

Monochromatische Fehler sind für Unschärfen und Geometrische Verzerrungen verantwortlich, chromatische Fehler für Farbsäume.

¹³ Ludwig von Seidel (1821-1896) – deutscher Mathematiker und Physiker

Sphärische Aberration / Öffnungsfehler (Unschärfe)

Lichtstrahlen, die in unterschiedlichen Entfernungen von der optischen Achse durch die Linse gehen, konvergieren nicht in einem Punkt. Achsferne Strahlen werden stärker gebrochen und konvergieren näher zum Brennpunkt hin. Achснаhe Strahlen konvergieren weiter vom Brennpunkt weg. Den hier im Bildraum entstehenden achsensymmetrischen Körper nennt man Kaustik. Die Stelle, an der die Kaustik ihren geringsten Durchmesser hat, ist der Punkt der besten Schärfenebene bei offener Blende.

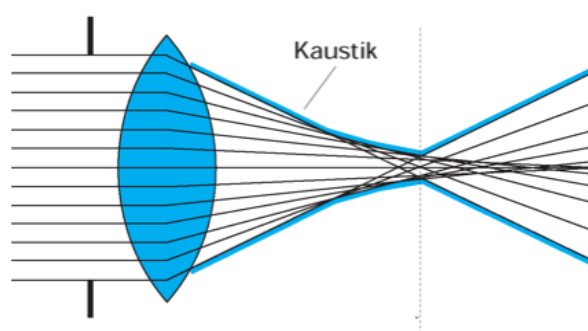


Abb. 3.25 – Sphärische Aberration [5]

Blendet man nun ab, erzeugen nur die achsnahen Strahlen das Bild und die Schärfenebene liegt weiter vom Brennpunkt entfernt. Diese Differenz wird Blendendifferenz genannt.

Um diesen Fehler auch bei lichtstarken oder längeren Brennweiten zu beheben, muss man asphärische Linsen einsetzen. Eine Kombination aus sphärischen Linsen kann den Fehler nicht in allen Bildbereichen korrigieren.

Koma / Asymetriefehler (Unschärfe)

Bei Objektpunkten außerhalb der optischen Achse treten die Lichtstrahlen schräg zur optischen Achse in die Linse ein. Durch die nun asymmetrisch wirkende sphärische Aberration werden die Lichtstrahlen nun ebenfalls am

Rand stärker gebrochen und es entsteht eine ovale, oder auch kometenhafte Abbildung.

Die Kausik ist ebenfalls asymmetrisch.

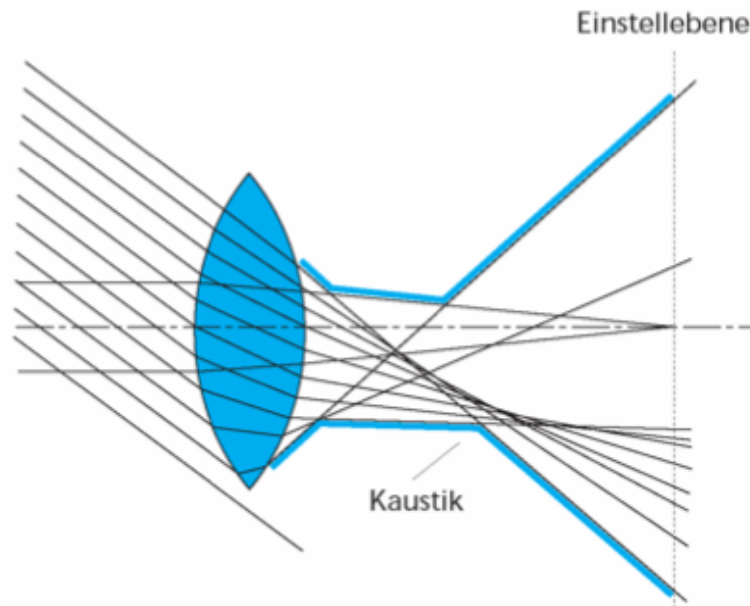


Abb. 3.26 – Koma [5]

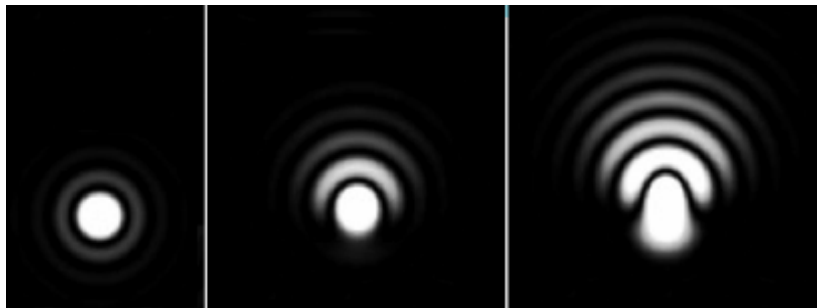


Abb. 3.27 – Abbildung Koma [41]

Astigmatismus (Unschärfe)

Die Lichtstrahlen eines Objektpunktes außerhalb der optischen Achse werden in der meridionalen Ebene stärker gebrochen als in der sagitalen Ebene. Dies hat zur Folge, dass senkrechte Bildelemente eine andere Schärfenebene besitzen als waagerechte Bildelemente.

Diesen Schärfendifferenz nennt man astigmatische Differenz.

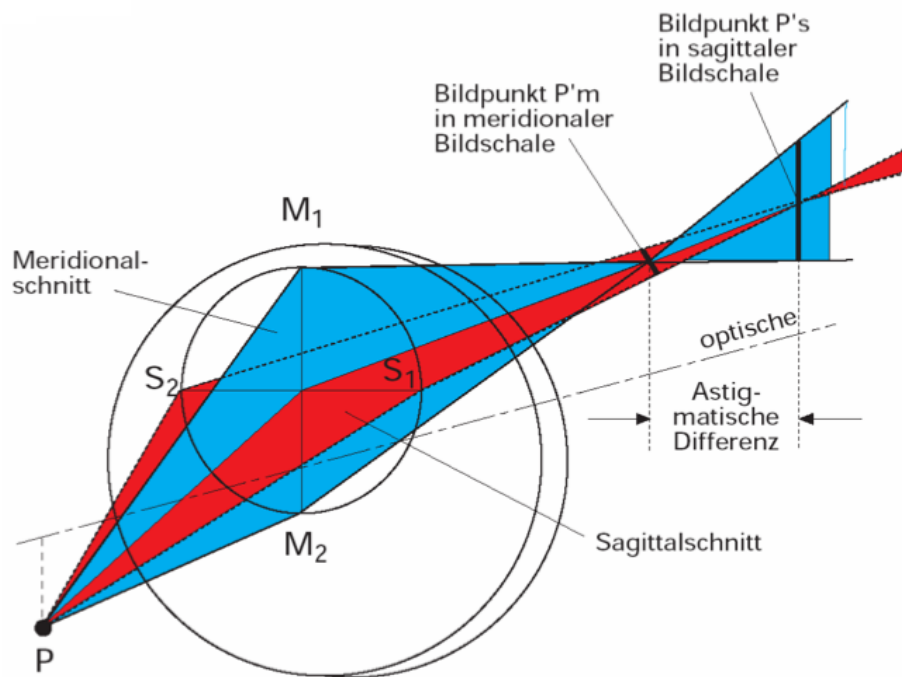


Abb. 3.28 – Astigmatismus [5]

Die Lösung für dieses Problem ist der so genannte Anastigmat. Dieser besteht aus einer Kombination von einer Sammellinse mit einer Zerstreuungslinse, wobei bei gleichzeitiger Korrektur der sphärischen und der chromatischen Aberration die Sammellinse einen höheren Brechungsindex haben muss als die Zerstreuungslinse. Diese wiederum muss eine höhere Dispersion besitzen.

Bildfeldwölbung / Zweischalenfehler (Geometr. Verzerrung)

Grundlage für die Bildfeldwölbung ist die Tatsache, dass eine Linse Punkte, die in einer Ebene liegen, nicht wieder in einer Ebene abbildet.

Verfolgt man nun die Lichtstrahlen von mehreren Punkten eines Objektes, so stellt man fest, dass sich achsferne Strahlen näher zum Brennpunkt hin abbilden und der Astigmatismus sich stärker auswirkt.

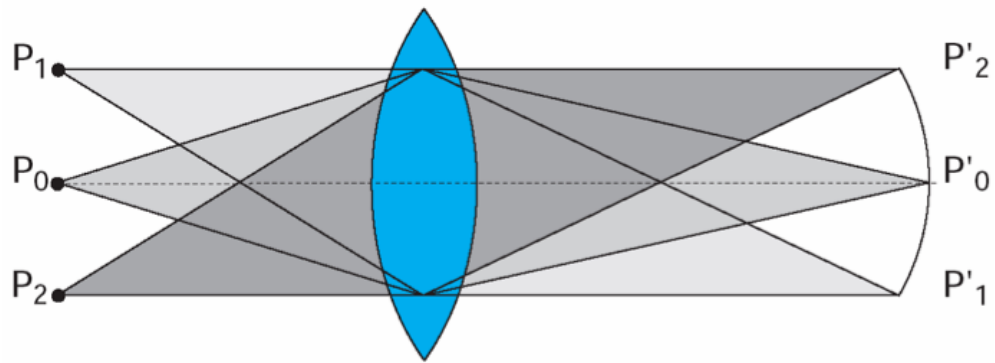


Abb. 3.29 – Bildfeldwölbung 1 [5]

Es entstehen sogenannte Bildschalen, in meridionaler und sagitaler Richtung.

Beide Schalen berühren sich in der optischen Achse, da der Astigmatismus nur außerhalb dieser auftritt.

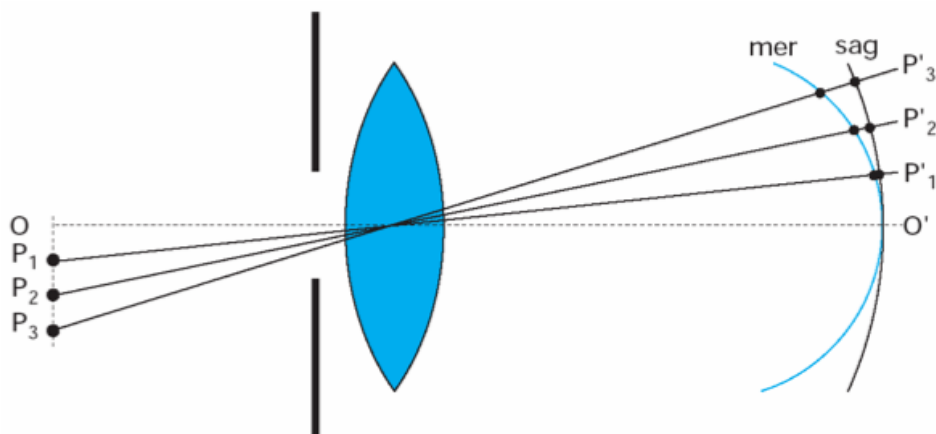


Abb. 3.30 – Bildfeldwölbung 2 [5]

Die Behebung der Bildfeldwölbung ist nur mit mehrlinsigen Systemen möglich.

Ein Anastigmat behebt den Astigmatismus und die Bildfeldwölbung.

Distorsion/Verzeichnung (Geometrische Verzerrung)

Beim Zusammenwirken der sphärischen Aberration mit einer Blende kommt es je nach Blendenlage zu einer tonnenförmigen (Abb. 3.31) oder kissenförmigen Verzeichnung (Abb. 3.32).

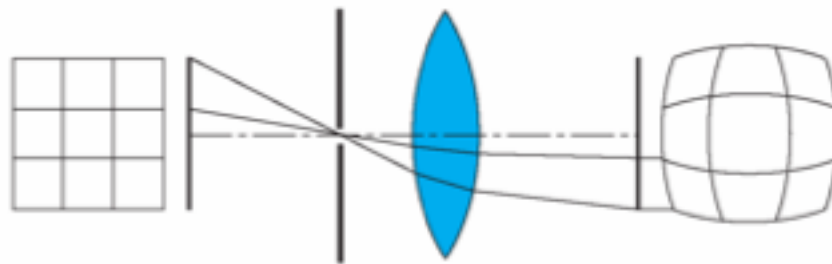


Abb. 3.31 – Tonnenförmige Verzeichnung [5]

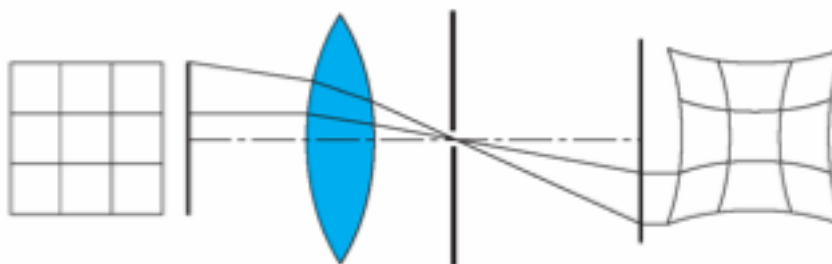


Abb. 3.32 – Kissenförmige Verzeichnung [5]

Dabei ist der Abbildungsmaßstab nicht überall im Bild gleich, sondern abhängig vom Abstand zur optischen Achse.

Durch einen symmetrischen Objektivaufbau lässt sich die Verzeichnung beheben. Hierbei heben sich beide Verzeichnungsarten gegenseitig auf.

Chromatische Aberrationen

Da der Brechungsindex einer Linse von der Wellenlänge des Lichtes abhängig ist, entsteht bei hindurch tretendem weißem Licht Dispersion (3.3.). Blaues Licht wird stärker gebrochen als rotes Licht.

$$n = n(\lambda)$$

Formel 3.19

Farblängsfehler (Farbortfehler)

Durchdringt Licht parallel zur optischen Achse eine Linse, werden die einzelnen Wellenlängen unterschiedlich gebrochen und es entsteht eine Fokusedifferenz. Die einzelnen Wellenlängen werden nicht in einem Punkt abgebildet. Ganz gleich welche Schärfeneinstellung man am Objektiv wählt, das Bild wirkt unscharf.

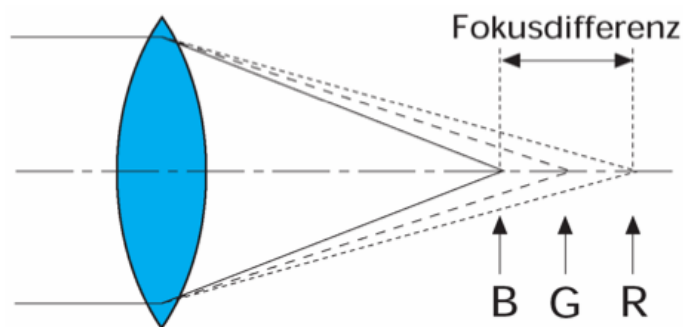


Abb. 3.33 – Farblängsfehler [5]

Farbquerfehler

Durchdringt Licht schräg zur optischen Achse eine Linse, werden die einzelnen Wellenlängen ebenfalls unterschiedlich gebrochen. Die Fokusedifferenz der Wellenlängen entsteht senkrecht zur optischen Achse. Gerade bei Weitwinkelobjektiven, welche große Bildwinkel haben, muss dieser Fehler korrigiert werden.

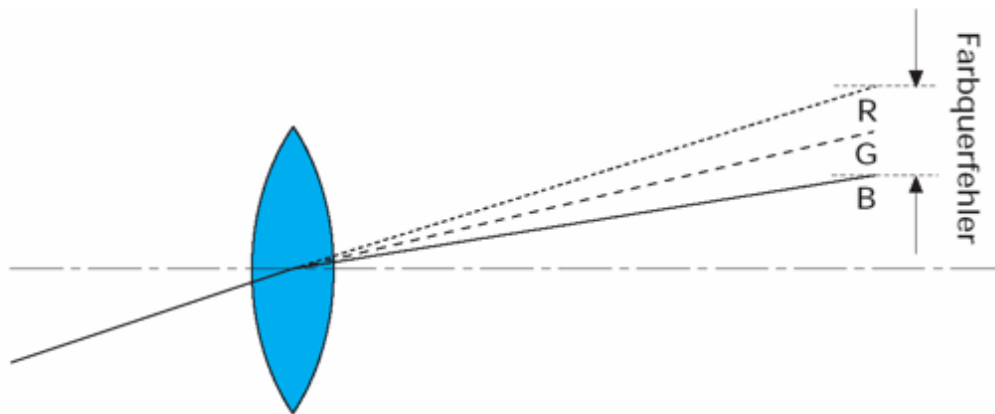


Abb. 3.34 – Farbquerfehler [5]

Objektive ohne Chromatische Fehler nennt man Achromaten. Bei Mehrlinsigen Systemen benutzt man sogenannte Floating Elements (per Steuerkurven mechanisch verschobene Linsen oder Linsengruppen).

3.13 Bildfeldausleuchtung

Die Bildfeldausleuchtung beschreibt das Verhältnis der Helligkeit der außeraxialen mit der Helligkeit der axialen Bildpunkte.

Es gibt zwei Ursachen für eine ungleiche Helligkeitsverteilung im Bildfeld:

Vignettierung

Schräg einfallendes Licht in ein Objektiv erzeugt im Vergleich zu achsparallel einfallendem Licht eine ovale Querschnittsfläche. Durch diese kann weniger Licht hindurch treten als durch eine Kreisfläche.

Dadurch gelangt von Randobjektpunkten weniger Licht durch das Objektiv als von achsnahen Punkten. Es verringert sich die Bildhelligkeit am Rand. Ein Abblenden löst das Problem.



Abb. 3.35 – Vignettierung [privat]

Natürlicher Randabfall nach dem Cos^4 -Gesetz

Schräg einfallendes Licht wird proportional zur 4. Potenz des Cosinus des Bildwinkels geschwächt, d.h. bei großen Bildwinkeln tritt dieser Effekt stärker auf.

3.14 Licht und Nahaufnahme

Unsere bisherigen Überlegungen bezogen sich auf einen Entfernungsbereich sehr viel größer als die Brennweite. Hier liegt die Bildebene im bildseitigen Brennpunkt. Verringert sich nun die Gegenstandsweite wandert die Bildebene in die gleiche Richtung, d.h. die Bildweite wird größer als die Brennweite. Dadurch verringern sich Öffnungswinkel und Lichtstärke.

4 Messtechnik

Nachfolgend werden drei Messgeräte vorgestellt, die in der Praxis benutzt werden, um die Qualität eines Objektivs zu überprüfen.

4.1 Projektor

Der Projektor bildet ein Testdia durch das zu messende Objektiv auf einer parallelen Projektionsfläche ab.

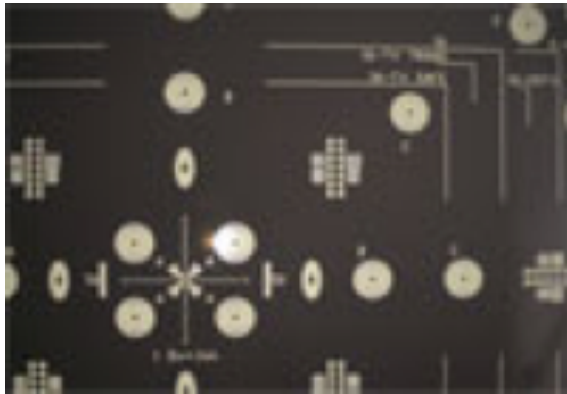


Abb. 4.1 – starke Vergrößerung eines Testdia [42]

Dieses Bild wird dann von einem Techniker auf Schärfe, Auflösung und die optischen Fehler hin subjektiv beurteilt.

Das richtige Auflagemaß wird hier mit Hilfe einer Messuhr ermittelt, indem der Betrachter das Objektiv entlang der optischen Achse so lange bewegt, bis sich für ihn eine scharfe Abbildung ergibt.

Dieses Verfahren bedarf einiger Messerfahrung, um ein Objektiv richtig beurteilen und justieren zu können.



Abb. 4.2 – Testprojektor [42]

4.2 Zeiss Anlagemessgerät

Ein automatisches Messgerät ist das Anlagemessgerät von Zeiss. Es misst bei einer Ortsfrequenz von $50 \text{ }^{Lp}/\text{mm}$ die Kontrastübertragung etwas vor und etwas hinter dem Fokuspunkt und stellt diesen dann so ein, dass die beiden Werte einander entsprechen.



Abb. 4.3 - Zeiss Anlagemessgerät [31]

4.3 Auto-Kollimation

Mit Hilfe eines Autokollimators lässt sich auf einfache Weise das Auflagemaß eines Objektivs überprüfen. Die in Deutschland benutzten Kollimatoren verwenden ein optisches System von Möller-Wedel-Optical.

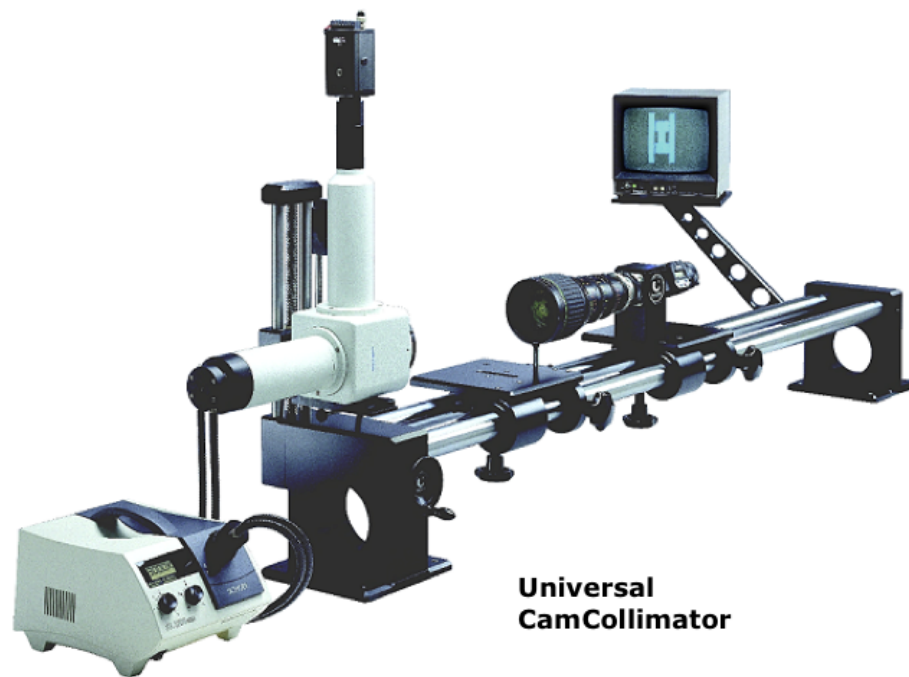


Abb. 4.4 - Chrosziel Universal-Cam-Kollimator [43]

Um die Abweichung des Auflagemaßes zu ermitteln, wird ein Spiegel in der Brennebene des Objektivs so weit verschoben, bis zwei grafische Testbilder die richtige Lage zueinander erreicht haben. Danach kann die Abweichung an einer Messuhr abgelesen werden und daraufhin das Objektiv korrigiert werden. Dies geschieht unter anderem, indem man den Objektivmount mit Hilfe sehr dünner Distanzscheiben entlang der optischen Achse verschiebt.



Abb. 4.5 - Testbild Chrosziel Kollimator [43]

4.4 Testcharts

Mit Hilfe verschiedener Auflicht-Testcharts kann man neben den Fehlern der Aufnahmemedien auch die Fehler der Objektive kontrollieren.

Bei einem Kamerateest überprüft man durch eine Aufnahme der entsprechenden Testchart die Skalengenauigkeit. Bei 35mm Film ist es auch möglich, mit einem Mikroskop auf dem Negativ andere Fehler, wie Verzeichnung und Randunschärfen zu erkennen.

Bei digitalen Aufnahmemedien benötigt man hierfür einen großen Monitor mit entsprechender Auflösung. Dies wird in der Praxis allerdings sehr selten angewandt.

Die Firma Image Engineering bietet eine Vielzahl von Auflicht-Testcharts an.

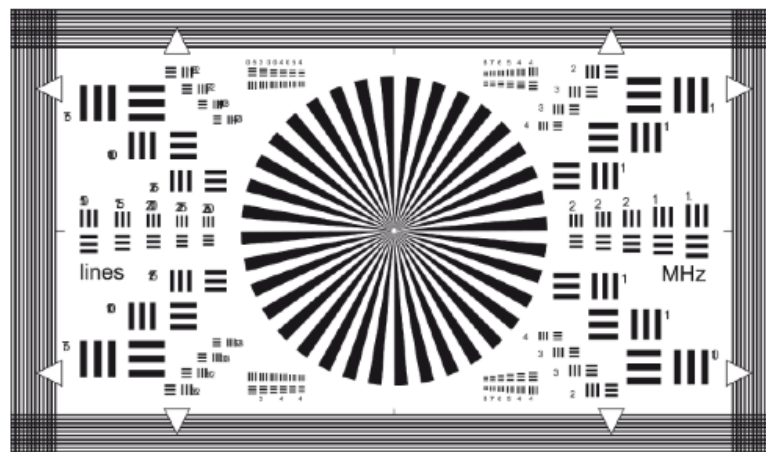


Abb. 4.6 – IE-TE100 [44]

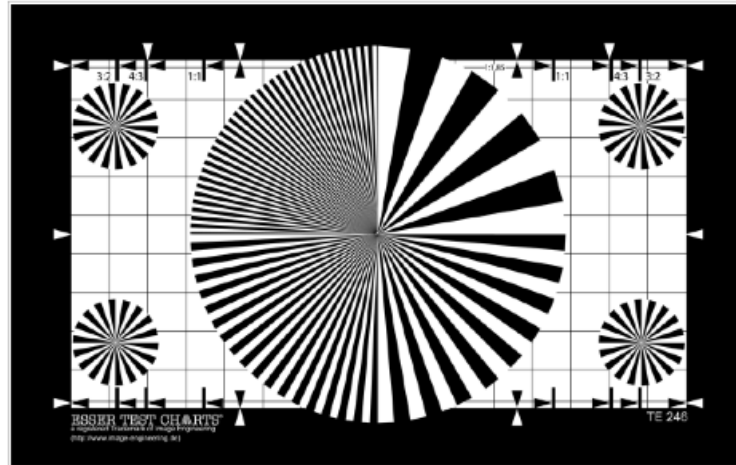


Abb. 4.9 – IE-TE236 Breathing [44]

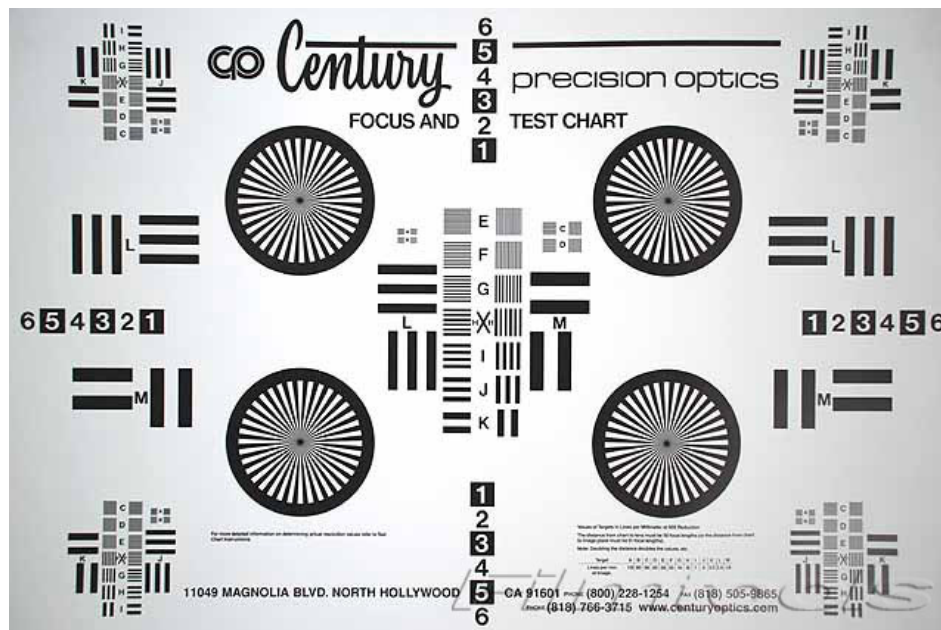


Abb. 4.10 – Century Test Chart [44]

5 Objektive

5.1 Herstellung

Die Herstellung eines Objektivs beginnt mit der Produktion der Glaslinsen. Hierfür werden von Glasblöcken Scheiben abgeschnitten und in einem weiteren Schritt auf die entsprechende Größe zurechtgeschnitten. Darauf folgend werden diese Blöcke zu Zylindern geschliffen.



Abb. 5.1 – Zylinderschleifen [45]

Diesen Zylindern werden dann sphärische oder asphärische Oberflächen mittels CNC Maschinen eingeschliffen. Asphärische Linsen in einem optischen System sind nicht als Zeichen überlegener optischer Leistung zu interpretieren. Einige Optikentwickler können hervorragende Entwürfe mit einem bestimmten Computerprogramm erzeugen, während andere Personen mit dem gleichen Programm nur mittelmäßige Ergebnisse erzielen.

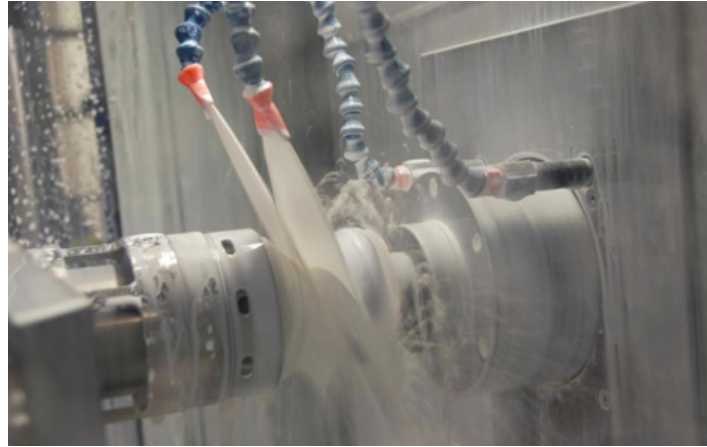


Abb. 5.2 – CNC Schleifen [45]

Nach dem Schleifen der Oberflächen sind die Linsen noch nicht transparent. Sie werden daher unter ständiger Kontrolle der Toleranzen poliert. Die Vorgänge Polieren und messtechnisches Überprüfen müssen einige Male wiederholt werden bis die gewünschte Qualität erreicht ist.

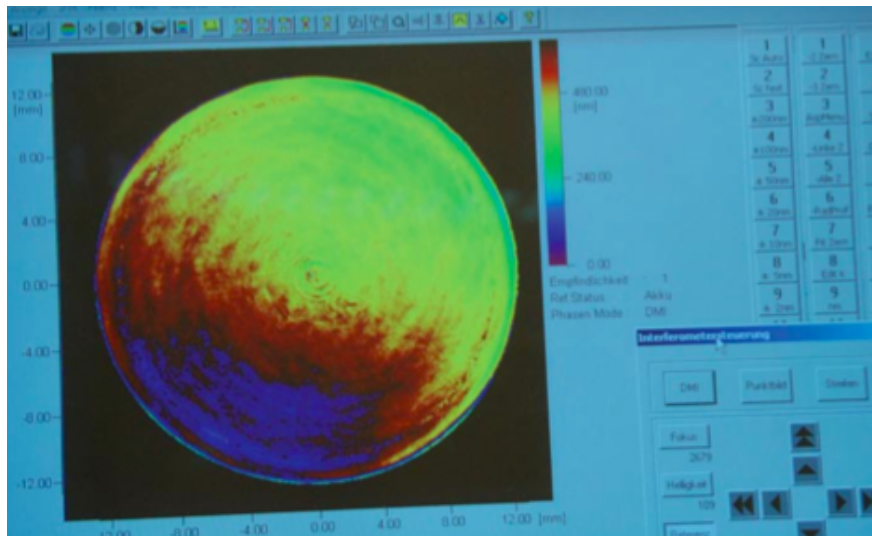


Abb. 5.3 – Qualitätskontrolle beim Polieren [45]

Die nun fertig polierten Linsen werden vergütet und ihre Ränder von Hand mit einem Speziallack geschwärzt. Dieser dient, wie auch die Vergütung, zur Verhinderung von Reflexionen und Streulicht.



Abb. 5.4 – Kantenschwärzung per Hand [45]

Während des Prozesses der Linsenherstellung wird parallel das Gehäuse gefertigt. Abb. 5.5 zeigt ein Gehäuseteil mit eingeprägtem Schneckengang, welcher das Prinzip der Floating-Elements mechanisch umsetzt. Auch die sehr exakten Gravuren der Skalen dürfen nicht fehlen.

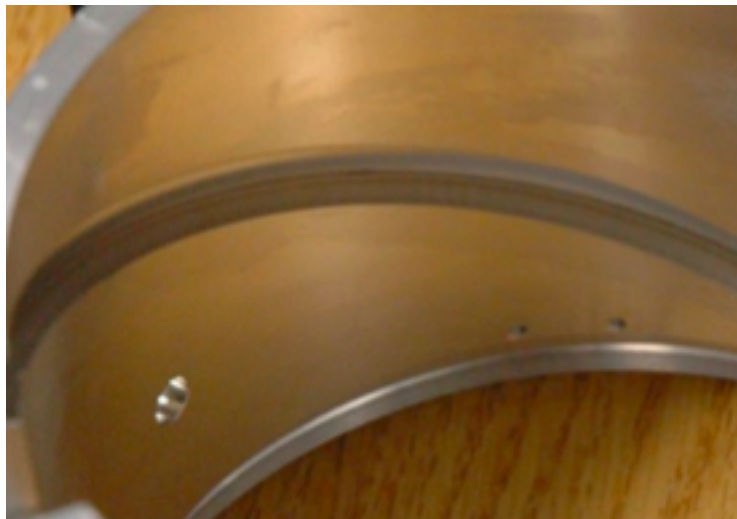


Abb. 5.5 – eingeprägter Schneckengang [45]

Nachdem nun alle Einzelteile gefertigt sind, beginnt die Endmontage von Hand. Die Linsen werden eingepasst, zentriert und justiert. Weiterhin

werden die mechanischen Teile gefettet und montiert, um eine harmonische (engl. smooth) Bewegung zu gewährleisten.



Abb. 5.6 – Objektivmontage [45]

Als letzter Arbeitsschritt wird das zusammenmontierte Objektiv vermessen und seine Abbildungsqualität überprüft.



Abb. 5.7 – Qualitätskontrolle am K9 [45]

5.2 Objektivarten

Alle heutigen Objektive bauen auf bestimmten Grundobjektiven auf, die im Laufe der Zeit von den verschiedenen Herstellern weiterentwickelt wurden. Diese Grundtypen haben Ihre Vor- und Nachteile in der Abbildungsqualität und sind für bestimmte Brennweiten geeigneter. In Abb. 5.8 – Objektivgrundtypen sind nur einige bekannte Grundtypen dargestellt. Man kann erkennen, dass der Tessar-Typ von Zeiss eine Weiterentwicklung des Triplet-Typs von Cooke ist. Beide bestehen aus drei Linsengruppen, wobei die hintere Gruppe des Tessar-Typs durch zwei verkittete Linsen ersetzt wurde. Weiterhin erkennt man im Vergleich mit dem Gauß- oder dem Topogon-Typ die Asymetrie. Alle diese Typen sind sog. Anastigmaten, also Objektivtypen, die den astigmatischen Fehler beseitigen. Sie unterscheiden sich nur in der Korrektur der Koma, hier sind die Triplet-Typen besser.

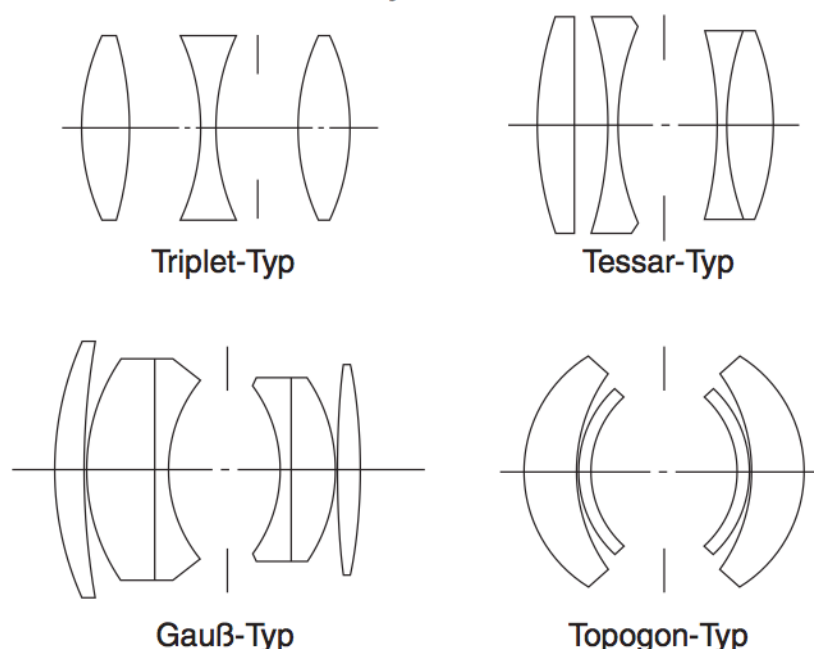


Abb. 5.8 – Objektivgrundtypen [24]

Am Beispiel von Zeiss, ist zu erkennen, dass die heute verwendeten Objektive auf bestimmte Grundtypen zurückzuführen sind:

Das Zeiss Planar, 1896 vorgestellt, hat wie der Name schon sagt, eine sehr geringe Bildfeldwölbung. Es ist ein symmetrisches Objektiv und wird im Filmbereich für Brennweiten zwischen 50mm und 85mm eingesetzt.

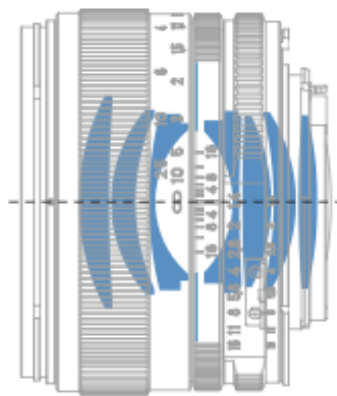


Abb. 5.9 - Aufbauprinzip Zeiss Planar [31]

Das Zeiss Distagon, ein Triplet, wird für kurze Brennweiten von 8mm bis 40mm eingesetzt. Es weist eine sehr geringe Verzeichnung auf. Mit den Floating-Elements ist die Bildfeldebnung bis in den Nahbereich sehr gut. Es ist stark asymmetrisch und für WW- sowie Superweitwinkelobjektive, wie das ARRI 8R geeignet.

Obwohl diese Weitwinkelobjektive in Retrofokusbauweise entstehen steht das R für rektarlinear. Das bedeutet eine völlig verzeichnungsfreie Abbildung (Abb. 5.13 - Rektarlinear/Fisheye).

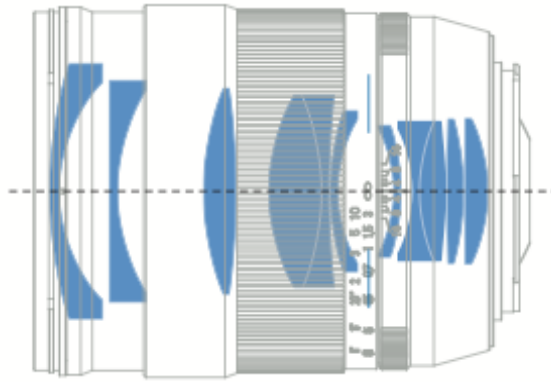


Abb. 5.10 – Aufbauprinzip Zeiss Distagon [31]

Beim Zeiss Sonnar, wiederum ein symetrischer Typ, der um 1930 entwickelt wurde, stehen die Lichtstärke und der gute Kontrast im Vordergrund. Es sorgt für eine gründliche Korrektur der Aberrationen und eine gleichmäßige Bildfeldausleuchtung.

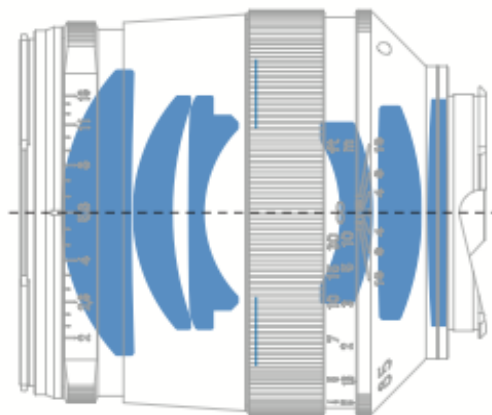


Abb. 5.11 - Aufbauprinzip Zeiss Sonnar [31]

Neben den Objektiven normaler Brennweite gibt es verschiedene Objektivbezeichnungen für Objektive, mit kürzerer, längerer oder variabler Brennweite:

Weitwinkel-/Fisheye-Objektiv

Weitwinkelobjektive haben einen größeren Bildwinkel als Normalobjektive. Typischerweise liegt dieser zwischen 50° und 120° . Mit dem daraus folgendem Einsatz von großen Frontlinsen werden Lichtstrahlen abgebildet, die sehr weit von der optischen Achse entfernt sind. Die hier auftretenden Fehler (Verzeichnung, Vignettierung) müssen korrigiert werden. Je weitwinkliger sie sind, desto aufwändiger und somit kostenintensiver ist dieser Prozess. Weitwinkelobjektive für Film- und Spiegelreflexkameras werden in Retrofokusbauweise¹⁴ gefertigt, da die Spiegelblende in der Filmkamera bzw. der Klappspiegel in der Fotokamera einen größeren Abstand von der Hinterlinse zur Bildebene erfordern.

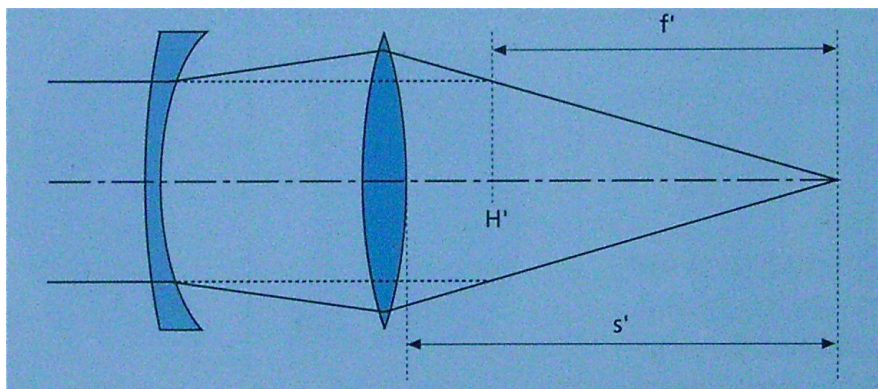


Abb. 5.12 – Retrofokus [5]

¹⁴ „Den Brennpunkt zurücksetzen“. Bauweise von Objektiven mit kurzer Brennweite. Dabei wird die Schnittweite vergrößert, um z.B. Platz für die Spiegelblende bei Kameras zu haben.

Abb. 5.13 - Rektarlinear/Fisheye zeigt die Aufnahmen eines korrigierten Weitwinkelobjektivs links und die eines Fisheyeobjektivs rechts.



Abb. 5.13 - Rektarlinear/Fisheye [30]

Fisheyeobjektive sind Objektive mit extremen Bildwinkeln auch über 180° hinaus. Durch die sehr große, stark gewölbte Frontlinse wird eine Hohlkugeln auf der Bildebene abgebildet und die Verzerrungen können nicht mehr korrigiert werden. Es entsteht der typische fisheye Eindruck (Abb. 5.13 - Rektarlinear/Fisheye rechte Seite).

Abb. 5.14 - Fisheye zeigt den möglichen Aufbau und den zugehörigen Strahlengang eines Fisheyeobjektivs.

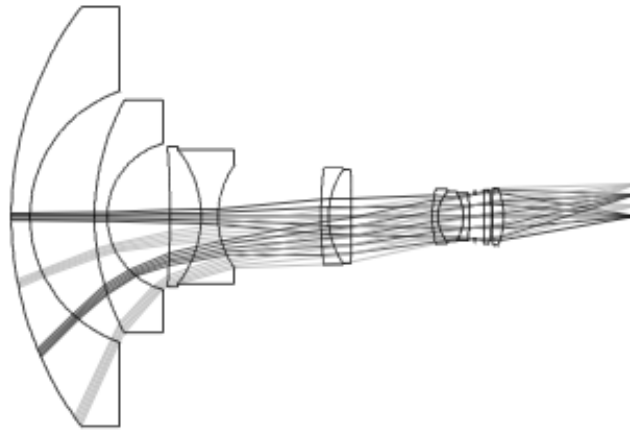


Abb. 5.14 - Fisheye 7,5mm/F2.8 [46]

Tele-Objektiv

Bei normalen Objektiven ist die Gesamtlänge (Summe aus Gegenstandsweite + Bildweite) größer als die Brennweite. Würde man dieses Konstruktionsprinzip auch für lange Brennweiten anwenden, ergäben sich sehr große und unhandliche Objektive.

Daher fügt man im hinteren Teil des Objektivs ein Zerstreuungsglied ein. Dies bewirkt, dass der Brennpunkt (F') weiter nach rechts rückt und dadurch die bildseitige Hauptebene (H') nach links vor das Objektiv wandert.

Mit der Definition, dass die Brennweite die Entfernung zwischen H' und F' ist, hat man so eine große Brennweite bei geringer Baulänge erreicht.

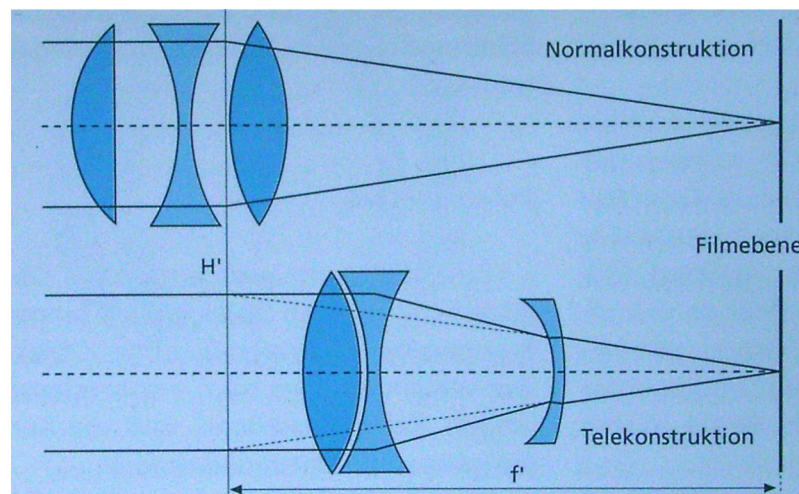


Abb. 5.15 - Teleobjektiv [5]

Zoom-Objektiv

Ein Zoom- oder Vario-Objektiv bietet den Vorteil ohne das Objektiv oder den Kamerastandort zu wechseln, den Bildausschnitt anzupassen. Und das bei gleich bleibender Bildlage und gleich bleibendem Öffnungsverhältnis. Mit der Einschränkung der gleichen Perspektive, kann auch eine Bewegung simuliert werden. Heute sind Zoomfaktoren bis 1:12 (Angenieux 24-290mm) bei Film-objektiven zu finden.

Obwohl es verschiedene Bauweisen gibt, ist das Grundprinzip immer gleich. Ein Zoomobjektiv besteht aus dem Grund- oder Basisobjektiv, welches das eigentliche Aufnahmeobjektiv ist und dem Vorsatzsystem. Im oder vor dem

Basisobjektiv befindet sich die Blende. Das wiederum aus dem Ausgleichsglied (Kompensator), dem Verschiebeglied (Variator) und der Front-, bzw. Fokussiergruppe besteht. Mit Hilfe von sog. linearen und gekrümmten Steuerkurven im Tubus des Objektivs, werden bei der Brennweitenveränderung (Zoomen) Variator und Kompensator automatisch so bewegt, dass die eingestellten Werte für Schärfe und Blende gleich bleiben. Der Variator steht für die Bildwinkeländerung (Brennweite), der Kompensator für die gleich bleibende Schärfe.

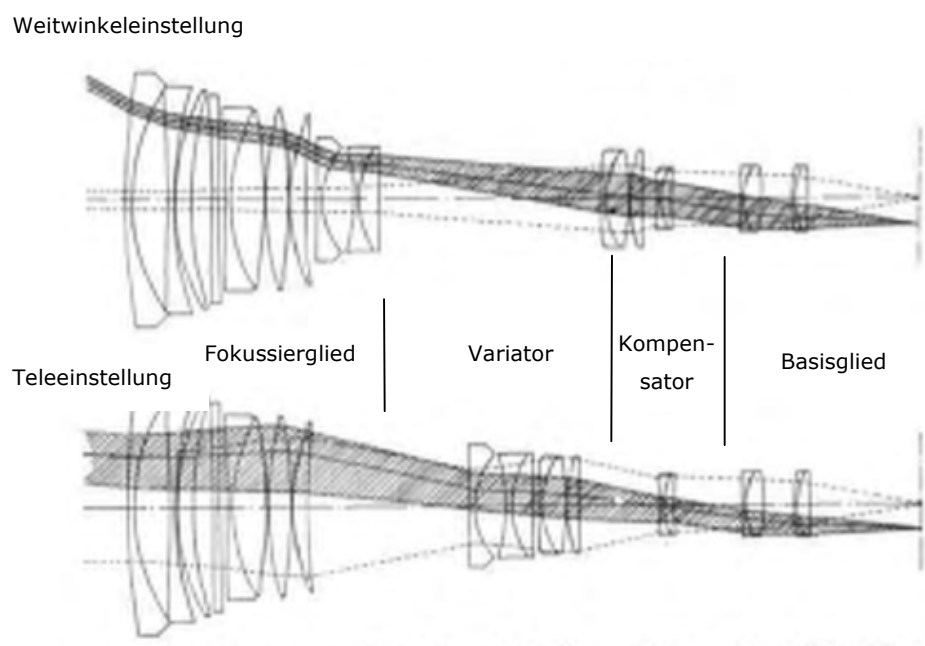


Abb. 5.16 - Strahlengang Ang. 20-200mm T2.6 [47]

Um die Abbildungsfehler zu minimieren besteht jedes Glied aus mehreren Linsen und muss einzeln korrigiert werden. Die verbleibenden Restfehler werden durch den hochgenauen Einsatz der Steuerkurven minimiert. Mit Ein Zoomobjektiv kann trotz sehr genauer Konstruktion und Produktion nie die gleiche Abbildungsqualität und Lichtstärke einer guten Festbrennweite erreichen. Im Telebereich sind z.B. immer Verzeichnungen zu erkennen. Im Gegensatz zu Broadcast Zoomobjektiven werden Filmobjektive hauptsächlich manuell bedient. D.h. sie besitzen keine fest montierten Zoom-, Iris-, oder Fokusmotoren. In einzelnen Aufnahmesituationen ist es

aber möglich, eine Motorsteuerung (ARRI LCS/C-Motion) individuell nachzurüsten.

Macro

Makroobjektive im Filmbereich erzielen Abbildungsmaßstäbe von 1:1. Das heißt, ein Gegenstand kann bei entsprechendem Aufnahmeabstand in seiner Originalgröße abgebildet werden. Dies ist auch bei geringen Entfernungen möglich, macht aber wegen der achsfernen Strahlen die Fehlerkorrektur sehr aufwändig. Dies spiegelt sich in Größe und Gewicht eines Makroobjektivs wider.

$$\text{Bildweite} = (m + 1) \cdot f = f + (m \cdot f)$$

$$\text{Gegenstandsweite} = \left(\frac{1}{m} + 1 \right) \cdot f = f + \left(\frac{1}{m} \cdot f \right)$$

Abb. 5.17 - Aufnahmeentfernung bei Nahaufnahmen

Die ARRI Macros 16/32/50/100mm und auch 200mm haben einen automatischen Blendenausgleich. Dadurch bleibt bei einer Schärfenverlagerung die Lichtstärke des Objektivs konstant, allerdings nur bis zu einem Mindestabstand von 1m. Darunter sinkt die Lichtstärke erheblich und die Blende muss manuell eingestellt werden. Diese Makroobjektive sind nicht für eine Steuerung mit externen Motoren geeignet.

Das neue „Master Macro T2.0/100“ von ARRI besitzt keinen solchen automatischen Ausgleich. Auf dessen Skalen sind zum Entfernungsabstand der Abbildungsmaßstab und die Belichtungskorrektur eingraviert.



Abb. 5.18 - ARRI Master Macro T2.0/100mm [30]

Ein langbrennweitiges Makroobjektiv bietet einen großen Abbildungsmaßstab und gleichzeitig genug Abstand zum Objekt, was eine optimale Ausleuchtung ermöglicht.

5.3 Objektivfassungen

Im Laufe der Filmtechnikentwicklung sind bis heute einige Objektivfassungen entstanden. Hier sollen nur diejenigen dargestellt werden, welche aktuell für die Filmindustrie von Bedeutung sind.

Mit der wesentlich kostengünstigeren Möglichkeit, auch mit digitalen Spiegelreflexkameras hochauflösende Bewegtbildaufnahmen machen zu können, haben sich Zeiss und Angenieux entschlossen, entsprechende Objektivmounts für einige ihrer Objektive anzubieten.

Zeiss bietet die Compact Primes CP.2 und den Light-Weight-Zoom-2 mit einem „Interchanchable-Mount-System“ an, d.h. diese Objektive werden entweder mit PL-, EF-, F-, oder MFT-Mount angeboten. Sie können aber zu einem späteren Zeitpunkt selbstständig auf einen anderen Mount umgerüstet werden.

PL-Mount

Der heute gebräuchlichste Objektivanschluss, der Nachfolger des Bajonett-Mounts, ist der PL Mount¹⁵. Sein Verriegelungsring presst zwei Edelstahlflansche durch einen Arretierring absolut fest zusammen. Mittels eines Stahlpins am Kameraflansch und der entsprechenden Einkerbung im Objektivflansch ist einerseits die Lage des Objektivs festgelegt (die Skalenmarkierungen sind automatisch an der richtigen Stelle) und andererseits ist sicher gestellt, dass das Objektiv vor Verdrehen geschützt ist. Das Auflagemaß des PL-Mounts beträgt 52mm. Eine Erweiterung ist der LDS PL-Mount. Bei diesem ist die Kommunikationsschnittstelle für das ARRI LDS und das Cooke /i System über Kontakte im PL-Mount realisiert.



Abb. 5.19 - PL-Mount mit LDS System [30]

C-Mount

Der C-Mount nutzt ein Schraubgewinde zur Objektivmontage mit einem Auflagemaß von 17,52mm. Heute wird er fast nur noch bei Mini-Video-kameras eingesetzt.

F/EF-Mount

Durch die HD-Aufnahmefunktion in den DSLR-Kameras von Canon und Nikon ist die Nachfrage der Kameraleute nach deren Mountsystemen für

¹⁵ PL Mount = Positiv Lock Mount

Filmobjektive stark gestiegen. Die entsprechenden Adapter müssen folgende Auflagemaße beachten:

- Nikon F Mount 46,5mm
- Canon EF Mount 44mm

MFT-Mount

Der Micro-Four-Thirds ist aus dem Four-Thirds-Standard entstanden. Um kompaktere Fotokameras bauen zu können, haben sich einige Hersteller zu diesem Standard entschlossen. Unter anderem gehören hierzu: Panasonic, Olympus, Zeiss und Schneider Kreuznach.

Der MFT-Mount findet auch Verwendung in der neuen Single-Chip Kamera von Panasonic, der AG-AF101EJ. Diese hat eine effektive Sensorgröße von 17,8mm x 10mm. Das Auflagemaß des MFT-Mounts beträgt 20mm.

5.4 Innenfokussierung (IF)

Bei älteren Objektivkonstruktionen wird bei der Entfernungseinstellung die gesamte Optik von der Bildebene weg oder näher zu ihr hin bewegt. Bei innenfokussierten Objektiven übernimmt eine relativ kleine Linsengruppe im Objektivinneren die Aufgabe der Entfernungseinstellung. Da hierbei eine viel geringere Masse bewegt werden muss, ermöglicht diese Technik eine schnellere und leichtere Fokussierung. Darüber hinaus ermöglicht diese Technik einen kompakteren und leichteren Aufbau sowie eine geringere Naheinstellgrenze. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Objektiv beim Fokussieren seine Länge nicht verändert. Dies erleichtert den Einsatz von Produktionskompendien. Das IF-System findet in allen aktuellen Filmobjektiven Anwendung.

Gängige 35mm Modelle in der Filmindustrie

Im Folgenden soll das Angebot an 35mm Objektiven herstellerorientiert dargestellt werden. Es werden rein praxisbezogene Aspekte beleuchtet.

5.5 Panavision

Primo Serie

Panavision war der erste Anbieter, der eine komplette Objektivserie bestehend aus Festbrennweiten und Zoomobjektiven herausbrachte, die alle farblich aufeinander abgestimmt waren.

Dem vermehrten Einsatz von Steadycam wurde mit der Entwicklung leichter und kleiner Zoomobjektive Rechnung getragen.

Panavision Objektive kann man nicht kaufen und spielen ihres Verleihspreises wegen in Deutschland keine große Rolle. Sie haben sich auf dem US-Markt als einer der Markführer etabliert.

5.6 ARRI/Zeiss

Standard – HS35 – Macro – Ultra Prime – Master Prime – Master Zoom – Master Macro – Compact Primes

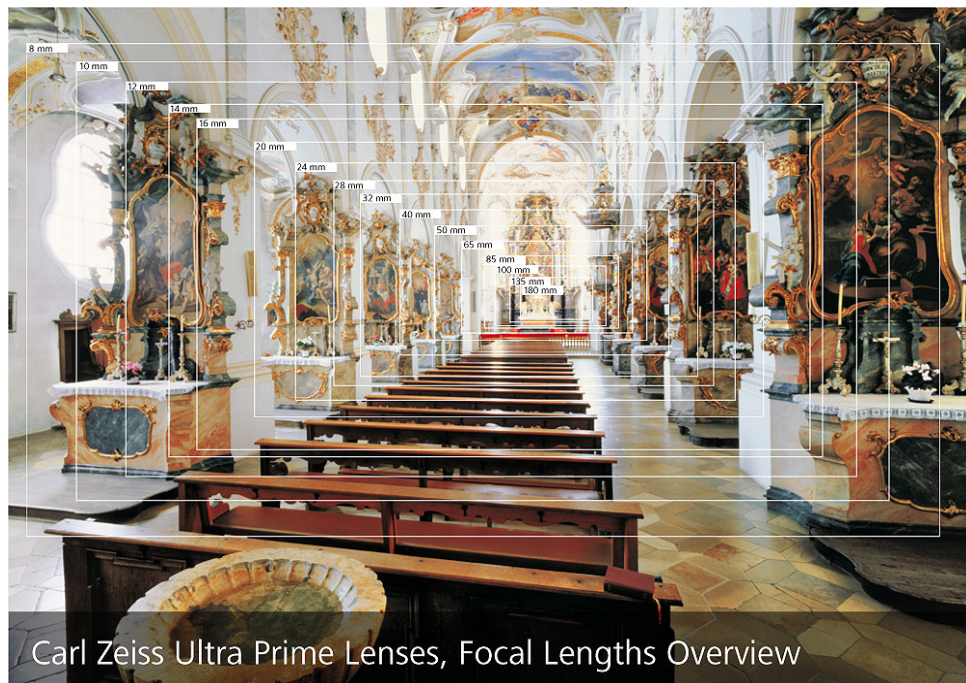


Abb. 0.1 - Brennweiten ULtra Primes [30]

Nachdem Zeiss die Objektivserien „Standard“ und „35mm Highspeed“ anfänglich lediglich unter eigenem Namen vertrieben hat, änderte sich das mit der Ausgabe des Macroobjektivsatzes. Seit dieser Zeit werden alle Objektivserien, Ultra Primes, Master Primes, Master Zoom, Light- Weight-Zoom, Master Macro und die neuen Compact Primes unter ARRI/Zeiss vertrieben.

Der Objektivsatz „Zeiss Standard“ mit einem Brennweitenbereich von 10-180mm spielt heute keine große Rolle mehr. Er wurde durch den Ultra Prime Satz abgelöst. Dieser ist mit einer Maximalblende von T1.9 lichtstärker. Sämtliche Objektivs sind innenfokussiert und die Hauptgruppe von 16mm bis 135mm hat identische Abmessungen.

Der 35mm Highspeed Satz mit den Brennweiten 18, 25, 35, 50, 65mm und 85mm und einer Maximalblende von T1.3, ist mangels preiswerterer Alternative auch heute noch sehr gefragt. Einige Kameramänner, die mit

35mm Adaptern arbeiten, oder im Besitz einer RED One sind, haben diese Objektive gebraucht erworben.

Nachfolger des Standardsatzes sind die Ultra Primes, angeboten mit und ohne LDS (siehe Kapitel 82). Mit der Verwendung der T* Vergütung wurde ein besseres Öffnungsverhältnis von 1:1.9 möglich. Ausnahmen bilden hier lediglich die Weitwinkelobjektive 10mm/T2.1 und 12mm/T2.0. Das später entwickelte Superweitwinkel 8R hat ein Öffnungsverhältnis von 1:2.8 und weist mit einem horizontalen Bildwinkel von 114°, bezogen auf ANSI S35, keine Verzeichnungen auf.

Die Ultra Primes sind heute die Arbeitsobjektive auf dem deutschen Filmmarkt.

Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
8mm	Distagon T*	T 2.8 - T 22	130mm	2,0kg	134mm	0,35m
10mm	Distagon T*	T 2.1 - T 22	143mm	2,9kg	156mm	0,35m
12mm	Distagon T*	T 2.0 - T 22	140mm	2,0kg	156mm	0,3m
14mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	112mm	1,8kg	114mm	0,22m
16mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	94mm	1,2kg	95mm	0,25m
20mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	0,28m
24mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,3m
28mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,28m
32mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,1kg	95mm	0,35m
40mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,38m
50mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,6m
65mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,1kg	95mm	0,65m
85mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	0,9m
100mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	1m
135mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	119mm	1,6kg	95mm	1,5m
180mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	166mm	2,6kg	114mm	2,6m

Brennweite	Coverage	Preis	Mount
8mm	ANSI S35	21.150,00	PL
10mm	ANSI S35	15.930,00	PL
12mm	ANSI S35	15.280,00	PL
14mm	ANSI S35	11.900,00	PL
16mm	ANSI S35	9.860,00	PL
20mm	ANSI S35	9.100,00	PL
24mm	ANSI S35	8.750,00	PL
28mm	ANSI S35	8.400,00	PL
32mm	ANSI S35	8.300,00	PL
40mm	ANSI S35	8.300,00	PL
50mm	ANSI S35	8.300,00	PL
65mm	ANSI S35	8.630,00	PL
85mm	ANSI S35	8.510,00	PL
100mm	ANSI S35	9.210,00	PL
135mm	ANSI S35	11.610,00	PL
180mm	ANSI S35	12.480,00	PL

Mit der Entwicklung der T*XP Vergütung und der Vergrößerung der Frontlinsen vom 95mm auf 114mm wurde es möglich, mit den Master Primes das Öffnungsverhältnis der gesamten Serie auf 1:1.3 zu bringen und dies bei besten Abbildungseigenschaften. Dadurch sind diese Objektive die Nachfolger der 35mm Highspeed Objektive, aber im Vergleich mindestens doppelt so schwer. Alle Master Primes werden nur mit LDS (siehe Kapitel) angeboten.

Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
12mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	249mm	2,9kg	156mm	0,40m
14mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	224mm	2,4kg	114mm	0,35m
16mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
18mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
21mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,4kg	114mm	0,35m
25mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,35m
27mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
32mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,35m
35mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
40mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,40m
50mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,7kg	114mm	0,50m
65mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,6kg	114mm	0,65m

Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
75mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,8kg	114mm	0,80m
100mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,9kg	114mm	1,00m
150mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	262mm	4,0kg	134mm	1,50m

Brennweite	Coverage	Preis	Mount
12mm	ANSI S35	22.000,00	PL
14mm	ANSI S35	19.330,00	PL
16mm	ANSI S35	17.030,00	PL
18mm	ANSI S35	16.200,00	PL
21mm	ANSI S35	15.360,00	PL
25mm	ANSI S35	14.740,00	PL
27mm	ANSI S35	14.840,00	PL
32mm	ANSI S35	14.840,00	PL
35mm	ANSI S35	14.110,00	PL
40mm	ANSI S35	15.150,00	PL
50mm	ANSI S35	15.150,00	PL
65mm	ANSI S35	15.780,00	PL
75mm	ANSI S35	15.990,00	PL
100mm	ANSI S35	17.870,00	PL
150mm	ANSI S35	19.900,00	PL

Um das Objektivsortiment mit Zoomobjektiven abzurunden, wurden der Master Zoom 11,5-110mm und der Light-Weight-Zoom 15,5-45mm entwickelt. Der Master Zoom kann allerdings nur bei ARRI direkt gemietet werden.

Den Light-Weight-Zoom, der den neuen schnellen und flexiblen Produktionsanforderungen Rechnung trägt, gibt es auch in einer zweiten Version. Um den Gebrauch an anderen Kamerasystemen zu ermöglichen, wurde das Interchangeable-Mount-System entwickelt. Damit kann der Objektivmount problemlos im Verleih getauscht werden. Es stehen folgende Mount-Adapter zu Verfügung: PL, EF, F und neuerdings auch der MFT.

Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser
Master Zoom	11,5-110mm	6,6:1	T 2.6 - T 22	k.A.	12,6kg	165mm
LWZ-1	15,5-45mm	3:1	T 2.6 - T 22	209mm	2,0kg	114mm
LWZ.2	15,5-45mm	3:1	T 2.6	209mm	2,0kg	114mm

Bezeichnung	Close Focus von Bildebene	Bildwinkel	Coverage	Preis	Mount
Master Zoom	0,70m			k.A.	PL
LWZ-1	0,45m	H 90,2°-40°	ANSI S35	k.A.	PL
LWZ.2	0,45m	90,2°40°	ANSI S35	k.A.	PL/EF/F/MFT

Dieses Interchangeable-Mount-System bietet auch die zweite Generation der Compact Primes (CP.2). Diese Serie, die auf Grundlage von Zeiss ZF Fotoobjektiven, jedoch mit neuen Fassungen und einer neuen Mechanik, gebaut wurde, zielt speziell auf die Erfüllung der Anforderungen der digitalen Vollformat-Spiegelreflexkameras bei Dreharbeiten. Mit den für Filmobjektive üblichen Zahnkränzen (MOD 0.8), mit gleicher Baulänge und gleichem Frontdurchmesser bilden die Compact Primes wichtige Faktoren für die Praxis bei Dreharbeiten.

Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
18mm	Distagon T*	T3.6-22	80mm	0,9kg	114mm	0,30m
21mm	Distagon T* XP	T2.9-22	80mm	1,0kg	114mm	0,22m
25mm	Distagon T* XP	T2.9-22	80mm	0,9kg	114mm	0,17m
28mm	Distagon T* XP	T2.1-22	80mm	1,0kg	114mm	0,24m
35mm	Distagon T* XP	T2.1-22	80mm	1,0kg	114mm	0,30m
50mm	Planar T*	T2.1-22	80mm	0,9kg	114mm	0,45m
85mm	Planar T*	T2.1-22	80mm	0,9kg	114mm	1,0m

Brennweite	Coverage	Preis	Mount
18mm	KB	2.900,00	PL, E, EF, MFT
21mm	KB	2.900,00	PL, E, EF, MFT
25mm	KB	2.900,00	PL, E, EF, MFT
28mm	KB	2.900,00	PL, E, EF, MFT
35mm	KB	2.900,00	PL, E, EF, MFT
50mm	KB	3.700,00	PL, E, EF, MFT
85mm	KB	3.700,00	PL, E, EF, MFT

Mit dem T2.0/100mm Master Macro haben ARRI/Zeiss die Master Prime Reihe um einen wichtigen Objektivtyp erweitert. Bei einem maximalen Abbildungsmaßstab von 1:1 und einem maximalen Öffnungsverhältnis von

1:2.0, sind bis zu einem Objektabstand von 1m hochwertigste Makroaufnahmen möglich.

Von der Ultra Prime Serie über die CompactPrimes bis hin zur Master Prime Serie sind alle Objektive von ARRI/Zeiss farblich aufeinander abgestimmt.

5.7 ARRI/Fujinon

ALURA Zooms

Durch die Einführung der Alexa Kamera möchte ARRI seine Zielgruppe auch auf den Broadcastbereich ausdehnen. Dies hat zur Zusammenarbeit mit Fujinon geführt und als Ergebnis sind die beiden ALURA Zoomobjektive entstanden. Im Broadcastbereich ist es üblich, immer zwei Zoomobjektive am Drehort zu haben, eines weitwinkliger, das zweite mit längerer Brennweite („teliger“). Durch den Preis angepasst an die Anforderungen des Broadcastmarktes, sprechen Gewicht und Größe eher für die Ähnlichkeit mit einem Filmobjektiv. Dies spiegelt sich auch in den gut ablesbaren Skalen, dem ARRI Gehäusedesign, dem guten durchgängigen Öffnungsverhältnis von 1:2,6 und der farblichen Anpassung an die ARRI/Zeiss Objektive wider. Die gute Lichtstärke wurde unter anderem durch Fujinons Electron-Beam-Coating (EBC) erreicht.

Die Objektive sind sowohl mit metrischen als auch mit feet Skalen erhältlich, sie können jedoch jeweils problemlos umgebaut werden.

Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht
Alura 18-80	18-80mm	4,4:1	T 2.6 - T 22	285mm	4,7kg
Alura 45-250	45-250mm	5,6:1	T 2.6 - T 22	370mm	7,5kg

Bezeichnung	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene	Coverage	Preis	Mount
Alura 18-80	134mm	0,70m	DIN S35	16.900,00	PL
Alura 45-250	134mm	1,2m	DIN S35	21.900,00	PL

Durch die beiden erhältlichen Extender (1.4fach und 2fach) decken die Alura Zooms zusammen einen sehr großen Brennweitenbereich ab, nämlich 18-500mm.

5.8 Cooke

S4/i Serie – 5/i Serie – Panchro Serie – Zooms – SK4 Serie

Cooke Objektive erfreuen sich schon immer großer Beliebtheit, dies sowohl im Spielfilmbereich als auch in der Werbung. Nach Aussagen von Kameralenten (z.B. Geoff Boyle) sind die Cooke Objektive etwas „weicher“ und „gefälliger“ als die ARRI/Zeiss Objektive. Diese werden häufig als sehr steril bezeichnet, was allerdings als rein subjektive Aussage gewertet werden muss. Nach Aussage von Cooke „muss der Übergang vom Schärfebereich zum Unschärfebereich seidenweich sein“. Cooke fertigt ausschließlich Filmobjektive.

Die S4 Serie, ebenfalls mit der /i-System Erweiterung ausgestattet (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), ist von der Anzahl der Brennweiten her gesehen vergleichbar mit den ARRI Ultra Primes. Auch hier sind alle Zahnkränze für Fokus und Blende immer an der gleichen Stelle und die Frontdurchmesser sind bis auf die Brennweiten 12, 150, 180mm und 300mm gleich groß.

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
12mm	T 2 - T 22	126mm	3,0kg	156mm	0,23m
14mm	T 2 - T 22	126mm	2,2kg	110mm	0,25m
16mm	T 2 - T 22	126mm	2,45kg	110mm	0,23m
18mm	T 2 - T 22	113mm	1,75kg	110mm	0,25m
21mm	T 2 - T 22	113mm	2,0kg	110mm	0,25m
25mm	T 2 - T 22	113mm	1,6kg	110mm	0,25m
27mm	T 2 - T 22	113mm	1,6kg	110mm	0,25m
32mm	T 2 - T 22	128mm	1,85kg	110mm	0,30m
35mm	T 2 - T 22	128mm	1,9kg	110mm	0,35m
40mm	T 2 - T 22	141mm	2,0kg	110mm	0,40m
50mm	T 2 - T 22	125mm	1,5kg	110mm	0,50m
65mm	T 2 - T 22	125mm	1,6kg	110mm	0,70m

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
65mm	T 2 - T 22	145mm	2,25kg	110mm	0,70m
75mm	T 2 - T 22	125mm	1,75kg	110mm	0,75m
75mm	T 2 - T 22	145mm	2,4kg	110mm	0,75m
100mm	T 2 - T 22	141mm	2,0kg	110mm	0,90m
135mm	T 2 - T 22	184mm	2,25kg	110mm	0,80m
150mm	T 2 - T 22	157mm	3,5kg	125mm	1,05m
180mm	T 2 - T 22	185mm	4,3kg	136mm	1,30m
300mm	T 2.8 - T 22	202mm	4,7kg	138mm	2,10m

Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Coverage	Preis	Mount
12mm	D 103°	DIN S35	13.900,00	PL
14mm	D 94°	DIN S35	11.800,00	PL
16mm	D 86°	DIN S35	11.250,00	PL
18mm	D 80°	DIN S35	10.500,00	PL
21mm	D 71°	DIN S35	10.500,00	PL
25mm	D 62°	DIN S35	10.200,00	PL
27mm	D 58°	DIN S35	10.500,00	PL
32mm	D 50°	DIN S35	10.200,00	PL
35mm	D 46°	DIN S35	10.500,00	PL
40mm	D 41°	DIN S35	10.500,00	PL
50mm	D 34°	DIN S35	10.200,00	PL
65mm	D 26°	DIN S35	10.200,00	PL
65mm	D 26°	DIN S35	+1850,00	PL
75mm	D 22°	DIN S35	10.200,00	PL
75mm	D 22°	DIN S35	+1850,00	PL
100mm	D 17°	DIN S35	10.200,00	PL
135mm	D 13°	DIN S35	11.800,00	PL
150mm	D 11,5°	DIN S35	13.900,00	PL
180mm	D 9,5°	DIN S35	14.220,00	PL
300mm	D 5,7°	DIN S35	14.900,00	PL

Die S4 Serie rundet der Cooke S4/i 15-40mm T2.0 CXX ab. Er ergänzt die schon etwas älteren Zoomobjektive 18-100mm und 25-250mm.

Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse
Cooke S4i 15-40mm T2.0 CXX	15-40mm	2,67:1	T 2 - T 22	229mm
	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene	Bildwinkel DIN S35
	3,6kg	136mm	0,45m	D 90°-41°
	Coverage	Preis	Mount	
	DIN S35	28.250,00	PL	

Auch Cooke hat ein Set moderner Highspeed Objektive entwickelt, den S5/i Satz. Mit Brennweiten von 18 bis 135mm und einem Öffnungsverhältnis von 1:1.4 sind auch diese für Low-Light und Highspeed Aufnahmen

geeignet. Für Low-Light Situationen wurde zusätzlich eine dimmbare Skalenbeuchtung konstruiert. Der modulare Aufbau macht diese Objektive sehr servicefreundlich.

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
18mm	T 1.4 - T 22	171mm	k.A.	110mm	0,35m
25mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,35m
32mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,35m
40mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,40m
50mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,50m
65mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,60m
75mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,65m
100mm	T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,75m
135mm	T 1.4 - T 22	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Coverage	Preis	Bemerkung	Mount
18mm	D 79,3°	DIN S35	12.900,00	Schärfenbeleuchtung	PL
25mm	D 61,9°	DIN S35	12.500,00	Schärfenbeleuchtung	PL
32mm	D 50,5°	DIN S35	12.500,00	Schärfenbeleuchtung	PL
40mm	D 41,0°	DIN S35	12.900,00	Schärfenbeleuchtung	PL
50mm	D 33,7°	DIN S35	12.500,00	Schärfenbeleuchtung	PL
65mm	D 26,1°	DIN S35	12.900,00	Schärfenbeleuchtung	PL
75mm	D 22,6°	DIN S35	12.500,00	Schärfenbeleuchtung	PL
100mm	D 17,1°	DIN S35	12.500,00	Schärfenbeleuchtung	PL
135mm	D 12,68°	DIN S35	14.100,00	Schärfenbeleuchtung	PL

Mit der PANCHRO Serie wurde eine alte Tradition aufgegriffen und ein preiswertes Objektivset entwickelt. Im Vergleich zur S4/i Serie sind die PANCHROs mit T2.8 eine Stufe lichtschwächer und mit einem Frontdurchmesser von 87mm wesentlich kleiner. Ihr Preis liegt bei knapp 5.000 EUR und ist somit um 50% geringer.

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
18mm	T 2.8 - T 22	120mm	2,1kg	87mm	0,25m
25mm	T 2.8 - T 22	106mm	1,9kg	87mm	0,25m
32mm	T 2.8 - T 22	137mm	1,7kg	87mm	0,35m
50mm	T 2.8 - T 22	137mm	1,5kg	87mm	0,55m
75mm	T 2.8 - T 22	137mm	1,6kg	87mm	0,80m
100mm	T 2.8 - T 22	137mm	1,6kg	87mm	0,90m

Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Coverage	Preis	Mount	
18mm	D 80°	DIN S35	5.500,00	PL	
25mm	D 62°	DIN S35	4.700,00	PL	
32mm	D 50°	DIN S35	4.700,00	PL	
50mm	D 34°	DIN S35	4.700,00	PL	
75mm	D 22°	DIN S35	4.700,00	PL	
100mm	D 17°	DIN S35	4.700,00	PL	

Durch seine Vergütung aus Silicon, Titanium und Magnesiumflurid mit einer Gesamtdicke von 1nm ist Cooke bei den aufgeführten Objektiven eine sehr gute Reflexionsminderung und gleiche Farbanpassung gelungen. Weiterhin sind alle Objektive mit der sehr kratzresistenten PTFE Gehäuseoberfläche ausgestattet.

5.9 Angeniéux

Optimo Reihe

Angeniéux stellt nur Zoomobjektive her, diese werden sowohl für im Film- als auch im Broadcast-Markt eingesetzt. 1995 hat sich Angeniéux entschlossen, eine neue Zoomreihe zu entwickeln. Ziel war es, ähnlich wie Panavision eine breite Anzahl von Objektiven anzubieten, die sich farblich an die Festbrennweiten von ARRI anpassen und eine bessere Qualität aufweisen als die Panavision-Objektive. Als erstes kam der Optimo 24-290 auf den Markt. Diesem folgten weitere Optimo Zoomobjektive, welche alle farblich aufeinander abgestimmt sind und selbst mit Zeiss oder Cooke Objektiven harmonieren. Für die digitale Cinematographie wurden zwei Optimo Rouge entwickelt. Diese sind zwar preislich gesehen sehr interessant, aber sie lassen sich nicht mit Filmkameras nutzen. Die Hinterlinse befindet sich zu weit hinter dem PL Mount, so dass bei einem Einbau die Spiegelblende der Filmkameras beschädigt würde.

Mit jeweils durchgängigen Öffnungsverhältnissen von 1:2.2 bis 1:2.8 über den gesamten Brennweitenbereich weisen diese Zoomobjektive eine hohe Lichtstärke auf.

Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht
Optimo DP 16-42	16-42mm	2,6:1	T 2.8	190mm	1,9kg
Optimo DP 30-80	30-80mm	2,7:1	T 2.8	186mm	1,9kg
Optimo 15-40	15-40mm	2,7:1	T 2.6	186mm	1,9kg
Optimo 28-76	28-76mm	2,7:1	T 2.6	186mm	2,0kg
Optimo WA 17-80	17-80mm	4,7:1	T 2.2	326mm	5,0kg
Optimo 24-290	24-290mm	12:01	T 2.8	440mm	11kg

Bezeichnung	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene	Coverage	Preis	Mount
Optimo DP 16-42	114mm	0,60m	DIN S35	15.475,00	PL
Optimo DP 30-80	114mm	0,60m	DIN S35	15.475,00	PL
Optimo 15-40	114mm	0,60m	ANSI S35	33.250,00	PL
Optimo 28-76	114mm	0,60m	ANSI S35	33.250,00	PL
Optimo WA 17-80	136mm	0,60m	N35	57.750,00	PL
Optimo 24-290	162mm	1,22m	DIN S35	57.750,00	PL

Die beiden Optimo 15-40 und 28-76 sind als Leight-Weight-Zooms konzipiert und im Vergleich zu den Optimo 17-80 und 24-290 erkennt man deutlich die Unterschiede in Baulänge und Gewicht. Dies lässt Rückschlüsse auf den Glaseinsatz zu, ein Umstand, der sich auch in der Verdopplung des Verkaufspreises ausdrückt.

Bei den Optimo-Rouge Zooms kommt der günstige Verkaufspreis unter anderem durch die einfachere Konstruktionsform zu Stande. Dies führt wie oben schon beschrieben zu eingeschränkten Verwendungsmöglichkeiten.

5.10RED

RED PRO Serie – RED Zooms

Nach der Entwicklung ihrer ersten digitalen Filmkamera „RED One“ hat RED nun auch eigene Objektive im Angebot. Neben den Festbrennweiten 18, 25, 35, 50, 85, 100mm und 300mm gibt es drei weitere Zoomobjektive: den 17-50mm Zoom, den 50-150mm Zoom und den 18-85mm Zoom. Mit Preisen bis maximal 6.000 USD für die Festbrennweiten sind sie deutlich günstiger als die Zeiss Ultra Primes mit fast gleicher Lichtstärke. Zu den Abbildungsqualitäten liegen jedoch leider noch keine Tests vor.

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Mount
18mm	T 1.8 - T 22	k.A.	2,9kg	110mm	PL
25mm	T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	PL
35mm	T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	PL
50mm	T 1.8 - T 22	135mm	2,1kg	110mm	PL
85mm	T 1.8 - T 22	135mm	1,9kg	110mm	PL
100mm	T 1.8 - T 22	130mm	2kg	110mm	PL
300mm	T 2.9 - T 34.6	k.A.	2,6kg	117,4mm	PL

Brennweite	Close Focus von Bildebene	Bildwinkel DIN S35	Coverage	Preis \$
18mm	0,31m	58,8°	S35	4.750,00
25mm	0,31m	55,8°	S35	4.250,00
35mm	0,31m	41,4°	S35	4.250,00
50mm	0,31m	28,3°	S35	4.250,00
85mm	0,7m	16,3°	S35	4.250,00
100mm	0,61m	15,1°	S35	4.250,00
300mm	0,76m	5,83°	S35	5.950,00

Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht
50-150mm	3:01	T 3 - T 22	146mm	1,1kg
18-85mm	4,7:1	T 2.9 - T 22	280mm	4,5kg
17-50mm	2,9:1	T 2.9 - T 22	105mm	1,45kg

Brennweite	Close Focus von Bildebene	Coverage	Preis \$	Mount
50-150mm	0,8m	S35	8.500,00	PL
18-85mm	0,7m	S35	9.975,00	PL
17-50mm	0,2m	S35	6.000,00	PL

5.11 Fujinon

HK Zoom Serie

Fujinon, eigentlich bekannt als Hersteller von Broadcast Objektiven, hat mit der HK Serie die lichtstärksten, aber auch die teuersten Zoomobjektive hergestellt, sie sind $\frac{2}{3}$ Blendenstufen lichtstärker als die vergleichbaren Zoomobjektive von ARRI oder Zeiss. Ob es gelingt, sich mit

diesen Verkaufspreisen am deutschen Markt zu etablieren, bleibt abzuwarten.

Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht
HK3.1x14.5	14,5-45mm	3,1:1	T 2.0 - T 22	310mm	6,5kg
HK4.7x18	18-85mm	4,7:1	T 2.0 - T 22	352mm	5,5kg
HK7.5x24	24-180mm	7,5:1	T 2.6 - T 22	405mm	8,9kg
HK5.3x75	75-400mm	5,3:1	T 2.8/3.8 - T 22	444mm	8,9kg

Bezeichnung	Close Focus von Bildebene	Bildwinkel	Coverage	Preis	Mount
HK3.1x14.5	0,71m	79°-29°	DIN S35	77.980,00	PL
HK4.7x18	0,82m	67°-16°	DIN S35	66.960,00	PL
HK7.5x24	1,24m	53°-7°	DIN S35	66.960,00	PL
HK5.3x75	2,00m	18°-3°	DIN S35	73.950,00	PL

5.12 Leica

Summilux-C Serie

Leica, bisher bekannt als Hersteller von Fotokameras und Fotoobjektiven, hat 2010 nach dreijähriger Entwicklungszeit einen neuen Objektivsatz sowohl für die digitale als auch für die analoge Cinematographie heraus gebracht. Die Summilux-C Serie wird exklusiv von der kalifornischen Firma Band Pro vertrieben.

Die durch sehr gute optische Abbildungsleistungen über 4K hinaus sich auszeichnenden Objektivs sind mit einer Maximalblende von T1.4 und mit einem Maximalgewicht von nur 1,8kg sehr lichtstark und leicht. Um dieses geringe Gewicht zu erreichen, wurde im Gehäuse Titan verwendet. Darüber hinaus haben alle Summilux-C-Objektive die gleichen Abmessungen und sind mit Frontdurchmessern von 95mm und Baulängen von 142mm kleiner als vergleichbare Objektive anderer Hersteller.

Die angebotenen Brennweiten 16, 18, 21, 25, 35, 40, 50, 65, 75mm und 100mm sollen in Zukunft ergänzt werden. Angestrebt wird ein Brennweitenbereich von 12mm bis 150mm.

Ein weiteres Merkmal der Summilux-C Serie ist die sehr geringe MOD.

Ein Objektivset bestehend aus den Brennweiten 21, 25, 35, 40, 50, 75 und 100mm wird für 126.000,00 € angeboten.

Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser
16mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
18mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
21mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
25mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
35mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
40mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
50mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
65mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
75mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm
100mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm

Brennweite	Coverage	Close Focus von Bildebene	Preis
16mm	ANSI S35	0,35m	k.A.
18mm	ANSI S35	0,35m	Packet 129.000,00
21mm	ANSI S35	0,31m	Packet 129.000,00
25mm	ANSI S35	0,31m	Packet 129.000,00
35mm	ANSI S35	0,36m	Packet 129.000,00
40mm	ANSI S35	0,41m	Packet 129.000,00
50mm	ANSI S35	0,50m	Packet 129.000,00
65mm	ANSI S35	0,43m	k.A.
75mm	ANSI S35	0,70m	Packet 129.000,00
100mm	ANSI S35	0,90m	Packet 129.000,00

5.13 Schneider-Kreuznach

Cine-Xenar Serie

2010 brachte auch Schneider-Kreuznach einen eigenen Objektivsatz auf den Markt. Bisher unter anderem für ausgezeichnete Projektionsobjektive bekannt, entwickelte Schneider-Kreuznach seine Cine-Xenar Serie nach der Maßgabe, dass jedes Objektiv das Kleinbildformat ausleuchten und nicht teurer als 4.500 USD sein sollte. Zielgruppe sind eindeutig die Benutzer digitaler Spiegelreflexkameras und der neuen Singlechip-Videokameras, aber auch Nutzer der elektronischen Filmkameras. Dies wird durch das Angebot der drei Objektivmounts PL, EF und F deutlich.

Der geringe Preis ließ sich nur mit dem Verzicht auf asphärische Linsen und einer relativ geringen Lichtstärke realisieren. Den Brennweiten 25, 35, 50, 75mm und 95mm sollen zu einem späteren Zeitpunkt vier weitere Brennweiten 14, 18, 115, 170mm und zwei Zoomobjektive folgen.

Das 18mm Objektiv ausgenommen, haben alle anderen Objektive die gleichen Abmessungen und kosten 4.400 EUR.

Sämtliche Objektive sind farblich aufeinander abgestimmt und zeichnen sich durch eine geringe optische Verzeichnung aus. Des Weiteren befinden sich der Schärfen- und der Blendenzahnkranz immer an der gleichen Stelle. Die Objektivserie wird mit metrischen oder feet Skalen angeboten. Mit der 18 lamelligen Blende soll ein guter Bokeh-Effekt erreicht werden.

Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
14mm					
18mm	T1.9 to 16	231mm	k.A.	114mm	0,35m
25mm	T2.2 to 16	166mm	2,31kg	104mm	0,26m
35mm	T2.1 to 16	166mm	2,20kg	104mm	0,35m
50mm	T2.0 to 16	166mm	1,93	104mm	0,35m
75mm	T2.0 to 16	166mm	1,97	104mm	0,45m
95mm	T2.0 to 16	166mm	2,15	104mm	0,65m

Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
14mm		geplant	ANSI S35		
18mm	71,1°	noch nicht ausgeliefert	ANSI S35	k.A.	PL, EF
25mm	51,6°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
35mm	38,7°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
50mm	27,4°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
75mm	18,7°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
95mm	14,8°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
115mm		geplant	ANSI S35		
135mm		geplant	ANSI S35		
170mm		geplant	ANSI S35		

5.14 Vantage

Hawk Serie

Aus Weiden in der Oberpfalz kommen Europas derzeit einzigen anamorphotischen Objektive.

Diese Objektive stauchen das aufzunehmende Bild in die horizontale Richtung. Grund hierfür ist die um 52% bessere Auslastung des N35mm Negativs. Somit steht beim Entstauchen bei der Kinovorführung mehr Bildinformation zu Verfügung.

35 mm Negativ-Format



Abb. 0.2 - Bildstauchung in horizontale Richtung [48]

Vantage hat zwei anamorphotische Objektivserien entwickelt, nämlich die Hawk V-Serie mit einem umfangreichen Festbrennweitenangebot von 25-

250mm und den Zoomobjektiven 46-230mm und 300-900mm. Alle Objektive sind deutlich größer als vergleichbare sphärische Objektive. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass die horizontale Bildinformation unabhängig von der vertikalen gestaucht werden muss. Hierzu gibt es in den Objektiven Linsen für die horizontale und Linsen für die vertikale Abbildung. Dadurch erhöht sich der Glaseinsatz und somit auch Gewicht und Größe.

Durch die Weiterentwicklung bei der Produktion von asphärischen Linsen ist es möglich geworden, auch anamorphotische Objektive mit geringerem Gewicht und geringerer Größe zu konstruieren. Dies führte zur Herstellung der Hawk C-Serie. Im Vergleich zur V-Serie geschah dies allerdings mit einem geringeren Brennweitenangebot.

5.15 Zubehör

Konverter (Weitwinkelkonverter/Brennweitenkonverter)

Weitwinkelkonverter vergrößern den Bildwinkel und verringern damit die Brennweite. Ein typischer Faktor im Filmbereich ist der Faktor 0,75x, d.h., durch Montage des Konverters direkt vor die Frontlinse des entsprechenden Objektivs wird die Brennweite um den Faktor 0,75 kleiner.



Abb. 0.3 - Weitwinkelkonverter [49]

Brennweitenkonverter (Extender) verlängern, wie der Name schon sagt, die Brennweite eines Objektivs. Sie werden zwischen Objektiv und Kamera montiert. In der Praxis nutzt man sie, wie auch die Konverter, um die Brennweite von Zoomobjektiven zu verlängern bzw. zu verkürzen. Typische Verlängerungsfaktoren sind 2 fach (Doppler) oder 1.4 fach.



Abb. 0.4 - 2fach Extender [49]

Vorsatzlinsen (Nahlinsen/Teilbildlinsen)

Mit Hilfe von Nahlinsen (Dioptern) wird die Naheinstellgrenze eines Objektivs verringert. Es handelt sich um Sammellinsen, die mit Hilfe eines Klemmmechanismus vor der Frontlinse befestigt werden. Typische Dioptriewerte sind +0.5 / +1 / +2 / +3.

Teilbildlinsen¹⁶ sind eine Spezialform der Nahlinsen und ermöglichen die Arbeit mit zwei verschiedenen Schärfenebenen. Nur eine Hälfte der Vorsatzlinse besteht aus einer Nahlinse. Somit werden Objekte, welche sich in unterschiedlichen Schärfenebenen befinden, in gleicher Schärfe abgebildet.

ARRI LDS-System

Das Lens Data System der Firma ARRI bietet die Möglichkeit, wichtige Aufnahmeparameter der jeweils verwendeten Objektive sowie Kamera bei der Aufzeichnung anzuzeigen, bzw. aufzuzeichnen. Durch den modularen

¹⁶ Splitfield-Linsen

Aufbau des Systems ist es möglich, fast alle derzeit verfügbaren Kameras und Objektive zu nutzen. Dies hat den Vorteil, dass diese Metadaten zeitsparend und fehlerfrei automatisch aufgezeichnet werden und für eine spätere Weiterverarbeitung der Postproduktion bildgenau zur Verfügung stehen. Es ist sogar möglich, ein Entfernungsmessgerät anzuschließen und somit eine automatische Schärfennachführung zu realisieren. Der Datentransport findet über die LDS Kontakte im Objektivmount statt.



Abb. 0.5 - ARRI LDS System [30]

Cooke /i-System

Die von Cooke Optics entwickelte Metadatenaufzeichnung „/i-System“ erlaubt es, auch Objektiv- und Kameradaten timecodegenau aufzuzeichnen. Durch die große Anzahl von Partnern hat sich dieses System am Markt etablieren können.

Die Aufzeichnung von Brennweite, Blende, Entfernung, Schärfentiefe und Bildgeschwindigkeit ermöglicht es, wichtige Bildparameter zu sammeln, welche die Weiterverarbeitung in der Postproduktion deutlich vereinfachen und beschleunigen.

Der Datentransport findet entweder über ein externes Datenkabel oder über Kontakte im Objektivmount statt.

Hard- und Software, die dieses System unterstützt, ist am /i Logo zu erkennen.

6 Marktbeschreibung Deutschland

Zu den typischen Drehbedingungen für dieameratechnik bei Filmdreharbeiten in Deutschland gehören der Einsatz eines Kameramanns, eines Schärfearbeiters und eines Materialassistenten. Der Kameramann (DoP¹⁷) ist in enger Zusammenarbeit mit dem Oberbeleuchter¹⁸ für die Lichtsetzung und die Bildgestaltung zuständig. Der Schärfearbeiter¹⁹ ist, wie der Name schon sagt, für das Messen und Einstellen der richtigen Schärfentiefe und aller weiteren Bildparameter verantwortlich. Darüber hinaus trägt er mit dem Materialassistenten zusammen für den einwandfreien Zustand des gesamten Kameraequipmentes die Hauptverantwortung. Die wichtigsten, teilweise individuell einzustellenden Bildparameter sind folgende:

- Bildgeschwindigkeit
- Einstellung der Sektorenblende (analog)
- Shuttereinstellung (digital)
- Entfernungseinstellung
- Blendeneinstellung

Die ständig wechselnden Einsatzorte bei Dreharbeiten fordern von Mensch und Material höchste Flexibilität und Zuverlässigkeit. Darum ist es besonders wichtig, dass dieameratechnik diesen Bedingungen Rechnung trägt und jederzeit zuverlässig funktioniert.

Durch die Weiterentwicklung der digitalen Aufnahmetechnik, insbesondere die Marktreife der 35mm-Vollformat-Single-Chip-Kameras, hat sich die Auswahl an Filmkameras deutlich erhöht. Nicht zu vergessen sind hierbei

¹⁷ engl. director of photography

¹⁸ engl. gaffer

¹⁹ engl. focus puller

die Möglichkeiten der neuen digitalen Spiegelreflexkameras zur Bewegtbildaufnahme.

Einen Durchbruch auf diesem Sektor erreichte die amerikanische Firma RED 2008 mit ihrem Modell „RED-One“. Die Firma ARRI aus München, weltweiter Marktführer im Bereich der analogen Filmkameras, entwickelte zwar schon früher ein erstes digitales Kameramodell, die „D-20“, aber erst mit der Markteinführung der RED-One kam der Marktdurchbruch. Dies ist unter anderem auch auf den im Vergleich zu den herkömmlichen 35mm Filmkameras günstigen Verkaufspreis zurückzuführen.

Heute existieren neben den weit verbreiteten analogen Modellen ARRIFLEX 535 (A+B), 435ES, 435Advanced, 435Xtreme, SR-3Advanced, SR-3HS und 416 folgende digitale 35mm-Single-Chip Kameras:

- ARRI - D21
- ARRI - Alexa
- RED - One
- RED - Epic
- Vision Reserche – Phantom
- Weisscam-2
- Sony F35
- Sony F3
- Panasonic AG-AF101

Darüber hinaus sind besonders die kostengünstigen digitalen Spiegelreflexkameras von Canon bei den Verleihfirmen im Angebot, welche gerne für Musikvideos und Low-Budget Produktionen eingesetzt werden. Mittlerweile bietet sogar der Filmgeräteverleih Schmiedle und Denz Filmtechnik aus München Modifikationen auf PL-Mount an. Diese erfordern allerdings einen Verzicht auf den Klappspiegel.

Wie bereits erwähnt, werden Filmobjektive von Filmgeräteverleihern gekauft und dann an die entsprechenden Filmproduktionsfirmen für die

Drehzeiträume ihrer Projekte vermietet. Grund hierfür ist der im Vergleich zum Projektzeitraum geringe Drehzeitraum. Die Produktionsfirmen bestehen aus einer geringen Anzahl von festen Mitarbeitern. Für die Dreharbeiten werden dann die benötigten Fachkräfte projektbezogen eingestellt und die benötigte Technik angemietet.

Die von deutschen Filmgeräteverleihfirmen angebotene Technik lässt sich in vier Gruppen unterteilen, wobei nicht jeder Verleiher alle Gruppen anbietet:

- ameratechnik
- Lichttechnik
- Bühnentechnik
- Tontechnik

Das Verleihgeschäft ist aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, da die Investitionskosten in die Technik sehr hoch sind und sich aus dem Verhältnis von Projektzeitraum zu Drehzeitraum für die Produktionen keine wirtschaftliche Amortisation ergeben würde. Hinzu kämen die Kosten für Servicepersonal, Wartungsarbeiten und Lagerhaltung.

Durch den ständig steigenden Kostendruck bei Filmproduktionen, insbesondere die Budgetkürzungen bei Fernsehspielen von 1,3 Mio. auf derzeit 0,9 Mio. Euro, verlängerten sich die Amortisationszeiten teilweise erheblich. Dies geschieht gegenläufig zum immer schneller werdenden Technikmarkt. Die Digitalisierung führt zu immer kürzer werdenden Lebenszyklen der Kameras. Hat man bei analogen Filmkameras noch Abschreibungszeiten von 5-10 Jahren, so sind es bei digitalen Kameras lediglich 2 bis höchstens 4 Jahre. Eine Idee zur Verbesserung dieses Zustandes war die Entwicklung von Modulkameras. Alte Module, z.B. ein alter Sensor, werden gegen neue ausgetauscht, ohne das ganze Kameragehäuse mit Peripherie zu erneuern. Ein erstes Modell in dieser Kategorie ist die neue ARRI ALEXA.

Obwohl es bei Filmobjektiven nicht diese schnellen Entwicklungen gibt, unterliegen auch sie dem enormen Preisdruck, da für Drehprojekte häufig Pauschalangebote abgegeben werden.

35mm Filmobjektive kommen in drei Marktsegmenten zum Einsatz, nämlich in Kino-, Werbe- und Fernsehspielproduktionen. Der Bereich Fernsehspiel ist, wie oben schon erwähnt, durch die verminderten Werbeeinnahmen der Privatsender und das vom Zuschauer eher gewünschte Live- bzw. Erlebnisfernsehen sehr geschrumpft. Auch die öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten haben ihre Fernsehspielproduktionen reduziert.

Der Kinomarkt hingegen kann positive Aussichten verzeichnen: deutsche Kinoproduktionen nehmen in den letzten beiden Jahren zu. Der Zuschauer möchte nicht nur amerikanische Blockbuster sehen, sondern interessiert sich vermehrt auch für deutsche Produktionen.

Einen großen Markt in Deutschland stellt der Bereich der Daily-Soaps dar. Einige Produktionsfirmen möchten auf Single-Chip-Kameras umsteigen, um so den „Filmlook“ ins Fließbandfernsehen zu bringen und es auf diese Weise aufzuwerten. Als Beispiel dient der amerikanische Serienmarkt, der durch den Einsatz neuer digitaler Produktionstechnik technisch aufwendige, aber dennoch kostengünstige erfolgreiche Formate realisiert. Dies alles führt zur vermehrten Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Prime Lenses.

7 Zusammenfassende Betrachtung

Aus den beschriebenen Produktions- und Marktbedingungen ergeben sich eindeutige Anforderungen an die Beschaffenheit eines Filmobjektivs. Diese Qualitätsparameter lassen sich sowohl in praktische Anforderungen, welche bei der Handhabung des Objektivs am Drehort wirksam werden, als auch in physikalisch-optische Anforderungen bei der Aufzeichnung auf Film oder digital einordnen.

Zu den praktischen Anforderungen zählen:

- **geringe Größe/leichtes Gewicht**

Um dem enormen Kostendruck Rechnung zu tragen, ist ein schnelles Handling der Technik notwendig. Durch kleine und leichte Objektive kann die geforderte Mobilität (z.B. Steadycam) einfacher umzusetzen werden.

Diese Parameter werden auch speziell beim Einsatz von 3D Aufnahmen nachgefragt, da hier nur mit zwei gut aufeinander abgestimmten Objektiven gleichzeitig gearbeitet werden kann.

- **Gute Bedienungsmöglichkeiten**

Der Schärfenassistent ist bei seiner schwierigen Aufgabe, auch bei Bewegung immer den richtigen Schärfenabstand manuell einzustellen, auf gut ablesbare und sehr exakte Skalenbeschriftungen angewiesen. Des Weiteren sollten sich die Zahnkränze für Schärfe, Blende und Zoom sehr harmonisch (engl. „smooth“) bedienen lassen.

- **Wartungsfreundlichkeit**

Die teilweise notwendigen Wechsel zwischen metrischer und feet Skala und das Anpassen des Auflagemaßes schließen die praktische Möglichkeit aus, diese Arbeiten ständig beim Hersteller durchführen zu lassen.

- **Robustheit**

Um die harten Drehbedingungen an den unterschiedlichsten Orten vom Wohnzimmer bis zur Wüste und von der Fabrikhalle bis zum

Meer schadlos zu überstehen, sind besondere Anforderungen an die Oberflächenvergütung (das Hart-Coating) der Frontlinse und des Objektivgehäuses gestellt. Jeder Hersteller hat hier seine eigenen Oberflächenvergütungen entwickelt.

Zu den physikalisch-optischen Anforderungen zählen:

- **Beste Abbildungseigenschaften**

Durch die hohen Anforderungen der Postproduktion, besonders bei den Special Effekts, ist eine optimale Fehlerkorrektur der Objektive notwendig. Auch weil häufig das spätere Wiedergabeformat sehr viel größer ist als das Aufnahmeformat.

Um diese geforderten Abbildungseigenschaften zu erreichen, kommt es auf die Erfüllung der in Kapitel 1 dargelegten physikalisch-optischen Bedingungen an.

- **Farbgleichheit**

Da beste Abbildungseigenschaften nur mit Festbrennweiten möglich sind, findet bei Dreharbeiten ein häufiger Wechsel statt. Darum ist es wichtig, dass die einzelnen Objektive eines Herstellers farblich aufeinander abgestimmt sind.

- **Auflösung bis 5K**

Um mittelfristig den Anforderungen des nachfolgenden Systems Kamera gerecht zu werden, speziell den digitalen, ist eine sichere Auflösung von 5K notwendig.

- **Lichtstärke**

Die Forderung nach lichtstarken Objektiven beruht einmal auf der Möglichkeit, Highspeed-Aufnahmen erstellen zu können und zum Zweiten, bei normalem Umgebungslicht, dem sog. „Available Light“, drehen zu können.

Die vorangegangene Darstellung der herstellerorientierten 35mm Objektive lässt ohne entsprechende Testaufnahmen folgende Vergleichsmöglichkeiten zu:

1. Die beiden derzeit am häufigsten eingesetzten Objektivsätze sind die ARRI/Zeiss Ultra Primes und die Cooke S4/is. Die Ultra Primes sind im Schnitt nur halb so schwer und der Frontdurchmesser ist ca. 14% kleiner als die Cooke Objektive. Bis auf die drei untersten Brennweiten sind alle Ultra Primes zwischen 500 und 2.000 EUR auch günstiger als die Cooke Objektive.
2. Die lichtstärksten Objektive sind die ARRI/Zeiss Master Primes, die Cooke S5/i und die noch nicht überall verfügbaren Leica Summilux-C Objektive. Die Master Primes sind mit einer Maximalblende von T1.3 etwas lichtstärker als Cooke und Leica mit T1.4. Die Summilux-C hingegen sind im Durchschnitt pro Objektiv 600 EUR teurer als die Master Primes und 3.300 EUR pro Objektiv teurer als der S5/i Satz, aber auch deutlich kleiner und leichter.



Abb. 7.1 - Größenvergleich ARRI-Leica [33]

Während die Objektivsätze von ARRI/Zeiss und Leica jeweils 15 gleiche Brennweitenabstufungen beinhalten, besteht der S5/i Satz aus nur neun Objektiven. Dafür sind diese jedoch die preisgünstigsten Objektive auf dem Markt, zudem bieten sie eine am Objektiv bedienbare Skalenbeleuchtung. Dies stellt in der Objektivgeschichte ein Novum dar.

3. Die lichtstärkste Serie von Zoomobjektiven ist die HK Serie von Fujinon, bestehend aus vier Zoomobjektiven. Vom Anschaffungspreis und Gewicht in etwa gleichwertig sind die beiden normalen Angenieux Optimo Zoomobjektive. Auch die beiden ARRI/Fujinon ALURA's sind vergleichbar.

Die maximale Blendenöffnung des kürzeren Angenieux Optimo (T2.2) liegt zwischen den drei kleineren HK Zooms (2x T2.0 u. T2.6) und den beiden ALURA Objektiven (T2.6). Der lange Angenieux Optimo weist eine durchgängige Blendenöffnung von T2.8 auf, wohingegen der lange HK nur eine Blendenöffnung von T2.8-3.8 bietet. Bis auf den kürzeren Optimo zeichnen alle Zoomobjektive DIN S35 aus. Des Weiteren sind die beiden Angenieux Zooms zwischen 9.000 und 20.000 EUR preiswerter als die HK Serie. Mit einer Differenz von ca. 38.000 EUR sind die ALURA Zooms deutlich preiswerter. Obwohl sie den größten Brennweitenbereich abdecken, ist anzunehmen, dass es auch einen deutlichen Qualitätsunterschied bei den Abbildungseigenschaften gibt.

4. Eine immer wichtigere Rolle spielen Light-Weight-Zoomobjektive. Die beiden Angenieux Optimo###, der ARRI LWZ-1/-2 und der Cooke S4/i CXX stehen hier in direktem Vergleich, wobei letztgenannter mit 3,6kg fast doppelt so schwer ist wie die anderen. Dafür ist er jedoch mit T2.0 $\frac{2}{3}$ Blendenstufen lichtstärker.

Der LWZ und die beiden Optimo können im Gegensatz zum Cook S4/i CXX ANSI S35 auszeichnen. Der LWZ-2 ist mit seinem Interchangeable-Mount flexibel an verschiedenen Kamerasystemen einsetzbar, Cooke gibt es nur PL gefasst. Für die beiden Angenieux sind F- und EF-Mount erhältlich.

5. Mit RED und Cooke hat nun auch Schneider-Kreuznach eine Filmobjektivserie im Angebot, die preiswerter als 5.000 EUR ist. Alle RED Pro Primes sind unter diesen dreien mit T1.8 die lichtstärksten. Darauf folgen die Schneider-Kreuznach Cine-Xenar mit maximalen Blendenöffnungen von T1.9 bis T2.2. Die PANCHROs von Cooke sind

alle mit durchgehend T2.8 am lichtschwächsten. Die Baugrößen variieren von 110mm Frontdurchmesser bei den Pro Primes bis zu 104mm bei den Cine-Xenar und bis zu 87mm bei den Cookes. Damit sind diese auch insgesamt deutlich kleiner und leichter.

6. Die drei RED Zoomobjektive haben keinen direkten Vergleichspartner. Sie runden lediglich das RED Pro Prime Set mit preiswerten Zoomobjektiven ab.

Zeiss hat mit den Compact Primes die einzigen Filmobjektive, die das Kleinbildformat auszeichnen und mit dem Interchangable-Mount auf viele Kameratypen passen.

Die beiden Optimo Rouge sind speziell für digitale Filmkameras ohne Spiegelblende konstruiert worden. Sie sind am ehesten mit den ALURA Zooms zu vergleichen, jedoch sind sie um mehr als 60% leichter.

Verbesserungen

Die technologische Entwicklung hat dazu geführt, dass im Gegensatz zu vorherigen Objektivgenerationen mehrere Parameter deutlich verbessert werden konnten. Neben der optimalen Blende, die nun schon nach einstufigem Abblenden erreicht ist, ist der Allgemeinkontrast durch Streulichtkompensation mittels Mehrfachvergütung der Linsen und Innenbeschichtungen der Objektivgehäuse verbessert worden. Auch die Bildfeldausleuchtung ist mittlerweile über die gesamte Bildebene konstant. Im Vergleich zu früher können heute sehr feine Strukturen klar abgebildet werden. Auch die Wiedergabe leuchtender und zart abgestufter Farben verbesserte sich deutlich. Nicht zuletzt sind viel feinere Abstufungen in den Licht- und Schattenschattierungen möglich. Auch ist es gelungen, lichtstarke, leichte Zoomobjektive mit sehr guten Abbildungseigenschaften zu konstruieren.

Ausblick

In Zukunft wird das Aufzeichnen der eingestellten Objektivparameter zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Verfügbarkeit dieser Daten ist bei vielen Postproduktionsschritten erforderlich und wird mit den Systemen von ARRI und Cooke, LDS und /i-System mittlerweile vollkommen automatisch durchgeführt. Die in der Vergangenheit manuell aufgezeichneten Daten sind oftmals verloren gegangen bzw. ließen sich den Bildern nicht mehr zuordnen.

Durch die Entwicklung weiterer Glassorten mit geeigneten Brechungsindizes und neue Herstellungsverfahren für asphärische Linsenoberflächen werden in Zukunft weitere Freiheitsgrade bei der Objektivkonstruktion ermöglicht. Auch die mathematischen Algorithmen der Fehlerberechnung werden ständig weiterentwickelt.

Bedingt durch die Vielzahl an neuen Objektiven und den gleichzeitig permanenten Kostendruck wird es für die Filmgeräte-Verleihfirmen immer schwieriger, die notwendigen Mittel zu erwirtschaften, um ihren Kunden gleichzeitig alle vorgestellten Objektive anbieten zu können.

Wie sich die neu am Markt auftretenden Hersteller mit ihren Objektiven etablieren können, bleibt noch abzuwarten.

Schlußwort

Obwohl Objektive nach klaren physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Parametern funktionieren, werden sie doch von vielen Kameralauten rein subjektiv beurteilt. Jeder hat seine Lieblingsobjektive. Nicht selten kommen schwammige Begriffe wie „weicher“, „wärmer“, „nicht so steril“ bei dieser Bewertung zur Anwendung. Jeder Mensch „sieht“ anders. Und auch bei der Konstruktion von Filmobjektiven kommt es am Ende trotz oder gerade wegen der sehr ausgefeilten technologischen Unterstützung mittels der heutigen Computerprogramme mit ihren gut gehüteten Algorithmen immer auch auf das Können und auf die Erfahrung des Konstrukteurs, also des Menschen an²⁰.

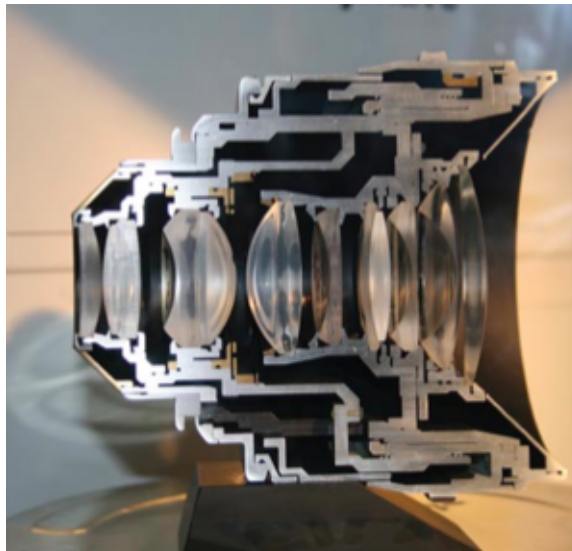


Abb. 7.2 - Objektivquerschnitt [31]

²⁰ Erwin Puts – Leica M Objektive – Ihre Seele und Ihre Geheimnisse – Leica 2002

8 **Anhang / Übersicht Objektive**

Auf den folgenden Seiten sind sehr ausführliche Tabellen der in der Untersuchung aufgeführten Objektive und darüber hinaus, allerdings ohne die anamorphotischen Objektive.

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Zeiss	Zeiss Standard	10mm	Distagon	T 2.1	144mm	2,95kg	157mm	0,35m
Zeiss	Zeiss Standard	12mm	Distagon	T 2.1	87mm	0,5kg	156mm	0,25m
Zeiss	Zeiss Standard	14mm	Distagon	T 2.1	112mm	0,5kg	114mm	0,23m
Zeiss	Zeiss Standard	16mm	Distagon	T 2.1	55mm	0,55kg	80mm	0,25m
Zeiss	Zeiss Standard	20mm	Distagon	T 2.1	55mm	0,6kg	80mm	0,20m
Zeiss	Zeiss Standard	24mm	Distagon	T 2.1	55mm	0,47kg	80mm	0,35m
Zeiss	Zeiss Standard	28mm	Distagon	T 2.1	78mm	1,18kg	80mm	0,28m
Zeiss	Zeiss Standard	32mm	Planar	T 2.1	55mm	0,32kg	80mm	0,60m
Zeiss	Zeiss Standard	40mm	Planar	T 2.1	55mm	0,39kg	80mm	0,40m
Zeiss	Zeiss Standard	50mm	Planar	T 2.1	55mm	0,4kg	80mm	0,45m
Zeiss	Zeiss Standard	85mm	Planar	T 2.1	55mm	0,56kg	80mm	0,90m
Zeiss	Zeiss Standard	100mm	Planar	T 2.1	76mm	0,77kg	80mm	1,00m
Zeiss	Zeiss Standard	135mm	Planar	T 2.1	93mm	0,94kg	80mm	1,50m
Zeiss	Zeiss Standard	180mm	Sonnar	T 3.0	124mm	0,94kg	80mm	1,50m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Zeiss	16mm HS	9,5mm	Distagon	T 1.3	65mm	0,65kg	80mm	0,25m
Zeiss	16mm HS	12mm	Distagon	T 1.3	65mm	0,45kg	80mm	0,20m
Zeiss	16mm HS	16mm	Distagon	T 1.3	65mm	0,4kg	80mm	0,20m
Zeiss	16mm HS	25mm	Distagon	T 1.3	65mm	0,36kg	80mm	0,25m
Zeiss	16mm HS	50mm	Planar	T 1.3	65mm	0,55kg	80mm	0,70m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Zeiss	35mm HS	18mm	Distagon	T 1.3 - T 16	120mm	1,13kg	80mm	0,25m
Zeiss	35mm HS	25mm	Distagon	T 1.3 - T 16	90mm	0,82kg	80mm	0,25m
Zeiss	35mm HS	35mm	Distagon	T 1.3 - T 16	90mm	0,71kg	80mm	0,35m
Zeiss	35mm HS	50mm	Planar	T 1.3 - T 16	90mm	0,67kg	80mm	0,70m
Zeiss	35mm HS	65mm	Planar	T 1.3 - T 16	90mm	k.A.	80mm	0,70m
Zeiss	35mm HS	85mm	Planar	T 1.3 - T 16	90mm	0,94kg	80mm	0,90m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/6mm	6mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,0kg	95mm	0,20m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/8mm	8mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,0kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/9,5mm	9,5mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,0kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/12mm	12mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,0kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/14mm	14mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,0kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/18mm	18mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,2kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/25mm	25mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,2kg	95mm	0,30m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/35mm	35mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,1kg	95mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/50mm	50mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 16	91,6mm	1,2kg	95mm	0,40m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.8/8R	8mm	Distagon T*	T 2.8 - T 22	130mm	2,0kg	134mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.1/10mm	10mm	Distagon T*	T 2.1 - T 22	143mm	2,9kg	156mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2/12mm	12mm	Distagon T*	T 2.0 - T 22	140mm	2,0kg	156mm	0,3m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/14mm	14mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	112mm	1,8kg	114mm	0,22m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/16mm	16mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	94mm	1,2kg	95mm	0,25m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/20mm	20mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	0,28m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/24mm	24mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,3m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/28mm	28mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,28m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/32mm	32mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,1kg	95mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/40mm	40mm	Distagon T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,38m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/50mm	50mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,0kg	95mm	0,6m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/65mm	65mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,1kg	95mm	0,65m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/85mm	85mm	Planar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	0,9m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/100mm	100mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	91mm	1,2kg	95mm	1m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/135mm	135mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	119mm	1,6kg	95mm	1,5m
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/180mm	180mm	Sonnar T*	T 1.9 - T 22	166mm	2,6kg	114mm	2,6m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
ARRI/Zeiss	Master Prime 12	12mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	249mm	2,9kg	156mm	0,40m
ARRI/Zeiss	Master Prime 14	14mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	224mm	2,4kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 16	16mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 18	18mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 21	21mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,4kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 25	25mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 27	27mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 32	32mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 35	35mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,2kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Master Prime 40	40mm	Distagon T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,3kg	114mm	0,40m
ARRI/Zeiss	Master Prime 50	50mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,7kg	114mm	0,50m
ARRI/Zeiss	Master Prime 65	65mm	Planar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,6kg	114mm	0,65m
ARRI/Zeiss	Master Prime 75	75mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,8kg	114mm	0,80m
ARRI/Zeiss	Master Prime 100	100mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	205mm	2,9kg	114mm	1,00m
ARRI/Zeiss	Master Prime 150	150mm	Sonnar T* XP	T 1.3 - T 22	262mm	4,0kg	134mm	1,50m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Zeiss	Compac Prime T3.6/18mm	18mm	Distagon T*	T3.6-22	80mm	0,9kg	114mm	0,30m
Zeiss	Compact Prime T2.9/21mm	21mm	Distagon T* XP	T2.9-22	80mm	1,0kg	114mm	0,22m
Zeiss	Compact Prime T2.9/25mm	25mm	Distagon T* XP	T2.9-22	80mm	0,9kg	114mm	0,17m
Zeiss	Compact Prime T2.1/28mm	28mm	Distagon T* XP	T2.1-22	80mm	1,0kg	114mm	0,24m
Zeiss	Compact Prime T2.1/35mm	35mm	Distagon T* XP	T2.1-22	80mm	1,0kg	114mm	0,30m
Zeiss	Compact Prime T1.5/50mm	50mm	Planar T*	T2.1-22	80mm	0,9kg	114mm	0,45m
Zeiss	Compact Prime T1.5/85mm	85mm	Planar T*	T2.1-22	80mm	0,9kg	114mm	1,0m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Leica	Summilux-C	12mm	Multi-Asphere Close Focus					
Leica	Summilux-C	14mm	Multi-Asphere Close Focus					
Leica	Summilux-C	16mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,35m
Leica	Summilux-C	18mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,35m
Leica	Summilux-C	21mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,31m
Leica	Summilux-C	25mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,31m
Leica	Summilux-C	29mm	Multi-Asphere Close Focus					
Leica	Summilux-C	35mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,36m
Leica	Summilux-C	40mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,41m
Leica	Summilux-C	50mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,50m
Leica	Summilux-C	65mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,43m
Leica	Summilux-C	75mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,70m
Leica	Summilux-C	100mm	Multi-Asphere Close Focus	T 1.4-22-closed	142mm	1,6-1,8kg	95mm	0,90m
Leica	Summilux-C	135mm	Multi-Asphere Close Focus					
Leica	Summilux-C	180mm	Multi-Asphere Close Focus					
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Cooke	Cooke S3	18mm						
Cooke	Cooke S3	25mm						
Cooke	Cooke S3	32mm						
Cooke	Cooke S3	40mm						
Cooke	Cooke S3	50mm						
Cooke	Cooke S3	75mm						
Cooke	Cooke S3	100mm						

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Cooke	Cooke S4/S4i	12mm		T 2 - T 22	126mm	3,0kg	156mm	0,23m
Cooke	Cooke S4/S4i	14mm		T 2 - T 22	126mm	2,2kg	110mm	0,25m
Cooke	Cooke S4/S4i	16mm		T 2 - T 22	126mm	2,45kg	110mm	0,23m
Cooke	Cooke S4/S4i	18mm		T 2 - T 22	113mm	1,75kg	110mm	0,25m
Cooke	Cooke S4/S4i	21mm		T 2 - T 22	113mm	2,0kg	110mm	0,25m
Cooke	Cooke S4/S4i	25mm		T 2 - T 22	113mm	1,6kg	110mm	0,25m
Cooke	Cooke S4/S4i	27mm		T 2 - T 22	113mm	1,6kg	110mm	0,25m
Cooke	Cooke S4/S4i	32mm		T 2 - T 22	128mm	1,85kg	110mm	0,30m
Cooke	Cooke S4/S4i	35mm		T 2 - T 22	128mm	1,9kg	110mm	0,35m
Cooke	Cooke S4/S4i	40mm		T 2 - T 22	141mm	2,0kg	110mm	0,40m
Cooke	Cooke S4/S4i	50mm		T 2 - T 22	125mm	1,5kg	110mm	0,50m
Cooke	Cooke S4/S4i	65mm		T 2 - T 22	125mm	1,6kg	110mm	0,70m
Cooke	Cooke S4/S4i	65mm	SF	T 2 - T 22	145mm	2,25kg	110mm	0,70m
Cooke	Cooke S4/S4i	75mm		T 2 - T 22	125mm	1,75kg	110mm	0,75m
Cooke	Cooke S4/S4i	75mm	SF	T 2 - T 22	145mm	2,4kg	110mm	0,75m
Cooke	Cooke S4/S4i	100mm		T 2 - T 22	141mm	2,0kg	110mm	0,90m
Cooke	Cooke S4/S4i	135mm		T 2 - T 22	184mm	2,25kg	110mm	0,80m
Cooke	Cooke S4i	150mm		T 2 - T 22	157mm	3,5kg	125mm	1,05m
Cooke	Cooke S4i	180mm		T 2 - T 22	185mm	4,3kg	136mm	1,30m
Cooke	Cooke S4i	300mm		T 2.8 - T 22	202mm	4,7kg	138mm	2,10m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Cooke	PANCHRO/i	18mm		T 2.8 - T 22	120mm	2,1kg	87mm	0,25m
Cooke	PANCHRO/i	25mm		T 2.8 - T 22	106mm	1,9kg	87mm	0,25m
Cooke	PANCHRO/i	32mm		T 2.8 - T 22	137mm	1,7kg	87mm	0,35m
Cooke	PANCHRO/i	50mm		T 2.8 - T 22	137mm	1,5kg	87mm	0,55m
Cooke	PANCHRO/i	75mm		T 2.8 - T 22	137mm	1,6kg	87mm	0,80m
Cooke	PANCHRO/i	100mm		T 2.8 - T 22	137mm	1,6kg	87mm	0,90m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Cooke	Cooke 5/i	18mm		T 1.4 - T 22	171mm	k.A.	110mm	0,35m
Cooke	Cooke 5/i	25mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,35m
Cooke	Cooke 5/i	32mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,35m
Cooke	Cooke 5/i	40mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,40m
Cooke	Cooke 5/i	50mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,50m
Cooke	Cooke 5/i	65mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,60m
Cooke	Cooke 5/i	75mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,65m
Cooke	Cooke 5/i	100mm		T 1.4 - T 22	177mm	k.A.	110mm	0,75m
Cooke	Cooke 5/i	135mm		T 1.4 - T 22	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	14mm						
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	18mm		T1.9 to 16	231mm	k.A.	114mm	0,35m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	25mm		T2.2 to 16	166mm	2,31kg	104mm	0,26m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	35mm		T2.1 to 16	166mm	2,20kg	104mm	0,35m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	50mm		T2.0 to 16	166mm	1,93	104mm	0,35m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	75mm		T2.0 to 16	166mm	1,97	104mm	0,45m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	95mm		T2.0 to 16	166mm	2,15	104mm	0,65m
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	115mm						
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	135mm						
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	170mm						

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
RED	RED PRO Primes	18mm		T 1.8 - T 22	k.A.	2,9kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	25mm		T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	35mm		T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	50mm		T 1.8 - T 22	135mm	2,1kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	85mm		T 1.8 - T 22	135mm	1,9kg	110mm	0,7m
RED	RED PRO Primes	100mm		T 1.8 - T 22	130mm	2kg	110mm	0,61m
RED	RED PRO Primes	300mm		T 2.9 - T 34.6	k.A.	2,6kg	117,4mm	0,76m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
RED		50-150mm		T 3 - T 22	146mm	1,1kg		0,8m
RED		18-85mm		T 2.9 - T 22	280mm	4,5kg		0,7m
RED		17-50mm		T 2.9 - T 22	105mm	1,45kg		0,2m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel N35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Zeiss	Zeiss Standard	10mm	H 97,6°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	12mm	H 80,0°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	14mm	H 74,4°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	16mm	H 67,3°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	20mm	H 57,6°	IF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	24mm	H 48,1°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	28mm	H 41,0°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	32mm	H 36,3°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	40mm	H 29,4°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	50mm	H 23,9°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	85mm	H 14,8°	If	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	100mm	H 12,5°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	135mm	H 9,5°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	Zeiss Standard	180mm	H 7,1°	AF	DIN S35	-	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel S16	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Zeiss	16mm HS	9,5mm	H 66,35°	AF	S16	-	PL
Zeiss	16mm HS	12mm	H 54,6°	AF	S16	-	PL
Zeiss	16mm HS	16mm	H 42,4°	AF	S16	-	PL
Zeiss	16mm HS	25mm	H 27,9°	AF	S16	-	PL
Zeiss	16mm HS	50mm	H 14,4°	AF	S16	-	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel N35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Zeiss	35mm HS	18mm	H 62°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	35mm HS	25mm	H 45,5°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	35mm HS	35mm	H 33,3°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	35mm HS	50mm	H 23,7°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	35mm HS	65mm	H 15,1°	AF	DIN S35	-	PL
Zeiss	35mm HS	85mm	H 12,5°	AF	DIN S35	-	PL

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/6mm	6mm	H 90,22°	IF	S16	13.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/8mm	8mm	H 75,83°	IF	S16	13.000,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/9,5mm	9,5mm	H 66,34°	IF	S16	11.200,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/12mm	12mm	H 55,32°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/14mm	14mm	H 48,17°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/18mm	18mm	H 37,88°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/25mm	25mm	H 27,82°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/35mm	35mm	H 20,46°	IF	S16	11.250,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/50mm	50mm	H 14,76°	IF	S16	11.250,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.8/8R	8mm	H 114,0°	IF	ANSI S35	21.150,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.1/10mm	10mm	H 102,1°	IF	ANSI S35	15.930,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2/12mm	12mm	H 92,6°	IF	ANSI S35	15.280,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/14mm	14mm	H 82,6°	IF	ANSI S35	11.900,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/16mm	16mm	H 75,2°	IF	ANSI S35	9.860,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/20mm	20mm	H 65,0°	IF	ANSI S35	9.100,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/24mm	24mm	H 55,8°	IF	ANSI S35	8.750,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/28mm	28mm	H 48,4°	IF	ANSI S35	8.400,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/32mm	32mm	H 43,0°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/40mm	40mm	H 34,7°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/50mm	50mm	H 27,2°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/65mm	65mm	H 21,8°	IF	ANSI S35	8.630,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/85mm	85mm	H 17,1°	IF	ANSI S35	8.510,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/100mm	100mm	H 13,9°	IF	ANSI S35	9.210,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/135mm	135mm	H 10,5°	IF	ANSI S35	11.610,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/180mm	180mm	H 7,9°	IF	ANSI S35	12.480,00	PL

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/6mm	6mm	H 90,22°	IF	S16	13.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/8mm	8mm	H 75,83°	IF	S16	13.000,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/9,5mm	9,5mm	H 66,34°	IF	S16	11.200,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/12mm	12mm	H 55,32°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/14mm	14mm	H 48,17°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/18mm	18mm	H 37,88°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/25mm	25mm	H 27,82°	IF	S16	10.500,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/35mm	35mm	H 20,46°	IF	S16	11.250,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra 16 T1.3/50mm	50mm	H 14,76°	IF	S16	11.250,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.8/8R	8mm	H 114,0°	IF	ANSI S35	21.150,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2.1/10mm	10mm	H 102,1°	IF	ANSI S35	15.930,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T2/12mm	12mm	H 92,6°	IF	ANSI S35	15.280,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/14mm	14mm	H 82,6°	IF	ANSI S35	11.900,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/16mm	16mm	H 75,2°	IF	ANSI S35	9.860,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/20mm	20mm	H 65,0°	IF	ANSI S35	9.100,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/24mm	24mm	H 55,8°	IF	ANSI S35	8.750,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/28mm	28mm	H 48,4°	IF	ANSI S35	8.400,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/32mm	32mm	H 43,0°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/40mm	40mm	H 34,7°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/50mm	50mm	H 27,2°	IF	ANSI S35	8.300,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/65mm	65mm	H 21,8°	IF	ANSI S35	8.630,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/85mm	85mm	H 17,1°	IF	ANSI S35	8.510,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/100mm	100mm	H 13,9°	IF	ANSI S35	9.210,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/135mm	135mm	H 10,5°	IF	ANSI S35	11.610,00	PL
ARRI/Zeiss	Ultra Prime T1.9/180mm	180mm	H 7,9°	IF	ANSI S35	12.480,00	PL

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Master Prime 12	12mm	H 90,98°	IF	ANSI S35	22.000,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 14	14mm	H 83,4°	IF	ANSI S35	19.330,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 16	16mm	H 77,0°	IF	ANSI S35	17.030,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 18	18mm	H 70,6°	IF	ANSI S35	16.200,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 21	21mm	H 62,1°	IF	ANSI S35	15.360,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 25	25mm	H 53,8°	IF	ANSI S35	14.740,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 27	27mm	H 49,2°	IF	ANSI S35	14.840,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 32	32mm	H 43,6°	IF	ANSI S35	14.840,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 35	35mm	H 39,4°	IF	ANSI S35	14.110,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 40	40mm	H 34,8°	IF	ANSI S35	15.150,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 50	50mm	H 28,2°	IF	ANSI S35	15.150,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 65	65mm	H 21,8°	IF	ANSI S35	15.780,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 75	75mm	H 18,8°	IF	ANSI S35	15.990,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 100	100mm	H 14,2°	IF	ANSI S35	17.870,00	PL
ARRI/Zeiss	Master Prime 150	150mm	H 9,6°	IF	ANSI S35	19.900,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Zeiss	Compac Prime T3.6/18mm	18mm		Super Wide Angle	KB	2.900,00	
Zeiss	Compact Prime T2.9/21mm	21mm		Super Wide Angle	KB	2.900,00	
Zeiss	Compact Prime T2.9/25mm	25mm		Wide Angle	KB	2.900,00	
Zeiss	Compact Prime T2.1/28mm	28mm		Wide Angle	KB	2.900,00	
Zeiss	Compact Prime T2.1/35mm	35mm		Wide Angle	KB	2.900,00	
Zeiss	Compact Prime T1.5/50mm	50mm		Standard	KB	3.700,00	
Zeiss	Compact Prime T1.5/85mm	85mm		Tele	KB	3.700,00	

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Leica	Summilux-C	12mm		In Planung	ANSI S35		
Leica	Summilux-C	14mm		in Planung	ANSI S35		
Leica	Summilux-C	16mm			ANSI S35	k.A. FOLKEL	PL
Leica	Summilux-C	18mm			ANSI S35	129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	21mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	25mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	29mm		In Planung	ANSI S35		
Leica	Summilux-C	35mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	40mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	50mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	65mm			ANSI S35	k.A. FOLKEL	PL
Leica	Summilux-C	75mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	100mm			ANSI S35	FOLKEL 129.000,00	PL
Leica	Summilux-C	135mm		In Planung	ANSI S35		
Leica	Summilux-C	180mm		in Planung	ANSI S35		
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Cooke	Cooke S3	18mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	25mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	32mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	40mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	50mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	75mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL
Cooke	Cooke S3	100mm		in Deutschland kaum in gebrauch	DIN S35	-	PL

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Cooke	Cooke S4/S4i	12mm	D 103°		DIN S35	13.900,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	14mm	D 94°		DIN S35	11.800,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	16mm	D 86°		DIN S35	11.250,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	18mm	D 80°		DIN S35	10.500,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	21mm	D 71°		DIN S35	10.500,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	25mm	D 62°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	27mm	D 58°		DIN S35	10.500,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	32mm	D 50°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	35mm	D 46°		DIN S35	10.500,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	40mm	D 41°		DIN S35	10.500,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	50mm	D 34°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	65mm	D 26°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	65mm	D 26°	Soft Focus nachgerüstet	DIN S35	+1850,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	75mm	D 22°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	75mm	D 22°	Soft Focus nachgerüstet	DIN S35	+1850,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	100mm	D 17°		DIN S35	10.200,00	PL
Cooke	Cooke S4/S4i	135mm	D 13°		DIN S35	11.800,00	PL
Cooke	Cooke S4i	150mm	D 11,5°		DIN S35	13.900,00	PL
Cooke	Cooke S4i	180mm	D 9,5°		DIN S35	14.220,00	PL
Cooke	Cooke S4i	300mm	D 5,7°		DIN S35	14.900,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Cooke	PANCHRO/i	18mm	D 80°		DIN S35	5.500,00	PL
Cooke	PANCHRO/i	25mm	D 62°		DIN S35	4.700,00	PL
Cooke	PANCHRO/i	32mm	D 50°		DIN S35	4.700,00	PL
Cooke	PANCHRO/i	50mm	D 34°		DIN S35	4.700,00	PL
Cooke	PANCHRO/i	75mm	D 22°		DIN S35	4.700,00	PL
Cooke	PANCHRO/i	100mm	D 17°		DIN S35	4.700,00	PL

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel DIN S35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Cooke	Cooke 5/i	18mm	D 79,3°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.900,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	25mm	D 61,9°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.500,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	32mm	D 50,5°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.500,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	40mm	D 41,0°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.900,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	50mm	D 33,7°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.500,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	65mm	D 26,1°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.900,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	75mm	D 22,6°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.500,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	100mm	D 17,1°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	12.500,00	PL
Cooke	Cooke 5/i	135mm	D 12,68°	Schärfenbeleuchtung	DIN S35	14.100,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	14mm		geplant	ANSI S35		
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	18mm	71,1°	noch nicht ausgeliefert	ANSI S35	k.A.	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	25mm	51,6°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	35mm	38,7°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	50mm	27,4°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	75mm	18,7°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	95mm	14,8°		ANSI S35	4.400,00	PL, EF
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	115mm		geplant	ANSI S35		
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	135mm		geplant	ANSI S35		
Schneider-Kreuznach	Cine-Xenar	170mm		geplant	ANSI S35		

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Typ	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
RED	RED PRO Primes	18mm		T 1.8 - T 22	k.A.	2,9kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	25mm		T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	35mm		T 1.8 - T 22	170mm	2,8kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	50mm		T 1.8 - T 22	135mm	2,1kg	110mm	0,31m
RED	RED PRO Primes	85mm		T 1.8 - T 22	135mm	1,9kg	110mm	0,7m
RED	RED PRO Primes	100mm		T 1.8 - T 22	130mm	2kg	110mm	0,61m
RED	RED PRO Primes	300mm		T 2.9 - T 34.6	k.A.	2,6kg	117,4mm	0,76m

Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Angenieux	Optimo DP 16-42	16-42mm	2,6:1	T 2.8	190mm	1,9kg	114mm	0,60m
Angenieux	Optimo DP 30-80	30-80mm	2,7:1	T 2.8	186mm	1,9kg	114mm	0,60m
Angenieux	Optimo 15-40	15-40mm	2,7:1	T 2.6	186mm	1,9kg	114mm	0,60m
Angenieux	Optimo 28-76	28-76mm	2,7:1	T 2.6	186mm	2,0kg	114mm	0,60m
Angenieux	Optimo WA 17-80	17-80mm	4,7:1	T 2.2	326mm	5,0kg	136mm	0,60m
Angenieux	Optimo 24-290	24-290mm	12:01	T 2.8	440mm	11kg	162mm	1,22m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Fujinon	HK3.1x14.5	14,5-45mm	3,1:1	T 2.0 - T 22	310mm	6,5kg	136mm	0,71m
Fujinon	HK4.7x18	18-85mm	4,7:1	T 2.0 - T 22	352mm	5,5kg	136mm	0,82m
Fujinon	HK7.5x24	24-180mm	7,5:1	T 2.6 - T 22	405mm	8,9kg	136mm	1,24m
Fujinon	HK5.3x75	75-400mm	5,3:1	T 2.8/3.8 - T 22	444mm	8,9kg	136mm	2,00m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
ARRI/Fujinon	Alura 18-80	18-80mm	4,4:1	T 2.6 - T 22	285mm	4,7kg	134mm	0,70m
ARRI/Fujinon	Alura 45-250	45-250mm	5,6:1	T 2.6 - T 22	370mm	7,5kg	134mm	1,2m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
ARRI/Zeiss	Master Zoom	11,5-110mm	6,6:1	T 2.6 - T 22		12,6kg	165mm	0,70m
ARRI/Zeiss	LWZ-1	15,5-45mm	3:1	T 2.6 - T 22	209mm	2,0kg	114mm	0,45m
ARRI/Zeiss	LWZ.2	15,5-45mm	3:1	T 2.6		2,0kg	114mm	0,45m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
Cooke	S4i 15-40mm T2.0 CXX	15-40mm	2,67:1	T 2 - T 22	229mm	3,6kg	136mm	0,45m
Hersteller	Bezeichnung	Brennweite	Zoomfaktor	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Bildebene
RED	-	50-150mm	3:01	T 3 - T 22	146mm	1,1kg	-	0,8m
RED	-	18-85mm	4,7:1	T 2.9 - T 22	280mm	4,5kg	-	0,7m
RED	-	17-50mm		T 2.9 - T 22	105mm	1,45kg	-	0,2m

Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Angenieux	Optimo DP 16-42	32,4°-75,4°	IF/nicht für Filmkameras geeignet	DIN S35	15.475,00	PL, EF, F
Angenieux	Optimo DP 30-80	17°-44,2°	IF/nicht für Filmkameras geeignet	DIN S35	15.475,00	PL, EF, F
Angenieux	Optimo 15-40	31,2°-73°	IF	ANSI S35	33.250,00	PL
Angenieux	Optimo 28-76	16,4°-42,8°	IF	ANSI S35	33.250,00	PL
Angenieux	Optimo WA 17-80	15,6°-65,8°	IF	N35	57.750,00	PL
Angenieux	Optimo 24-290	4,2°-49,2°	IF	DIN S35	57.750,00	PL, EF, F
Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Fujinon	HK3.1x14.5	79°-29°	IF	DIN S35	77.980,00	PL
Fujinon	HK4.7x18	67°-16°	IF	DIN S35	66.960,00	PL
Fujinon	HK7.5x24	53°-7°	IF	DIN S35	66.960,00	PL
Fujinon	HK5.3x75	18°-3°	IF	DIN S35	73.950,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Fujinon	Alura 18-80	H 17,1°-67,4°	IF	DIN S35	16.900,00	PL
ARRI/Fujinon	Alura 45-250	H 5,5°-29,9°	IF	DIN S35	21.900,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Master Zoom	k.A.	IF	ANSI S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	LWZ-1	H 90,2°-40°	IF	ANSI S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	LWZ.2	H 90,2°-40°	IF	ANSI S35	k.A.	PL/EF/F/MFT
Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
Cooke	S4i 15-40mm T2.0 CXX	D 90°-41°	IF	DIN S35	28.250,00	PL
Hersteller	Bezeichnung	Bildwinkel	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
RED	-	-	IF	S35	8.500,00	PL
RED	-	-	IF	S35	9.975,00	PL
RED	-	-	IF	S35	6.000,00	PL

Hersteller	Bezeichnung	Typ	Brennweite	Blende	Länge von Mount zur Frontlinse	Gewicht	Frontdurchmesser	Close Focus von Blöbline
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	16mm	T2.1	83mm	0,75kg	80mm	0,15m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	24mm	T2.1	83mm	0,7kg	80mm	0,18m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	32mm	T2.1	85mm	0,55kg	80mm	0,20m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	40mm	T2.1	82mm	0,6kg	80mm	0,25m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	50mm	T2.8	117mm	1,0kg	80mm	0,20m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	100mm	T2.8	160mm	1,5kg	80mm	0,36m
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	200mm	T4.0	200mm	1,5kg	80mm	0,58m
ARRI/Zeiss	ter Macro T2.0/10Macro-Planar T* Xf		100mm	T2.0/T4.3-32	203mm	2,6kg	114mm	0,35m
ARRI/Zeiss	Zeiss Makro	Planar	60mm	T3.0	89mm	0,69kg	80mm	0,27m
Hersteller	Bezeichnung	Typ	Brennweite	Bildwinkel N35	Bemerkung	Coverage	Preis	Mount
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	16mm	H 72°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	24mm	H 52°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	32mm	H 36,3°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:4	k.A.	40mm	H 29,4°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	50mm	H 23,7°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	100mm	H 14°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Arri-Macro 1:1	k.A.	200mm	H 14°	om. Blendenausgle	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	ter Macro T2.0/10Macro-Planar T* Xf		100mm	H 14,02°	IF	DIN S35	k.A.	PL
ARRI/Zeiss	Zeiss Makro	Planar	60mm	H 20,2°	IF	DIN S35	k.A.	PL

9 Quellen

Fachbücher:

- 1 Möllering / Slansky – Handbuch der professionellen Videotechnik – 1993
- 2 P. M. Granger – Die Optik in der Bildgestaltung – 1989
- 3 H. Mehnert – Das Bild in Film und Fernsehen – 1986
- 4 Bermann / Schäfer – Optik – Band 3 – 2004
- 5 Jost J. Marchesi – Handbuch der Fotografie – Band 1 – 1993
- 6 E. Hecht – Optik – 2005
- 7 H. Haferkorn – Optik – Physikalisch-technische Grundlagen -
und Anwendungen – 2003
- 8 U. Schmidt – Professionelle Videotechnik - 2005

Fachzeitschriften/Publikationen:

- 20 Nasse, H. H. - Zeiss - Schärfentiefe und Bokeh - 2010
- 21 Nasse, H. H. – Zeiss – Wie ließt man MTF Kurven? – 2008
- 22 Nasse, H. H. – Zeiss – Wie ließt man MTF Kurven? Teil II – 2009
- 23 Erwin Puts – Leica M Objektive – 2002
- 24 Canon – EF Lens Work III – Die Augen von EOS – 2006
- 25 H. Kiening – Qualitätsparameter für das hochzeitliche Fernsehen und den
digitalen Film – FKTG 2007 – Ausgabe 8-12

Internet:

- 30 www.arri.de
- 31 www.zeiss.de
- 32 www.red.com
- 33 www.bandpro.com
- 34 www.cooke.com
- 35 www.schneider-kreuznach.de
- 36 www.schott.de
- 37 www.wikipedia.de
- 38 www.linos.com

- 39 www.digitalkamera.de
- 40 www.fotonet.de
- 41 www.hu-berlin.de
- 42 www.gecko-cam.com
- 43 www.chrosziel.de
- 44 www.image-engineering.de
- 45 www.fdtimes.com
- 46 www.jenoptik.com
- 47 www.fktg.de
- 48 www.vantagefilm.de
- 49 www.ingenieux.com

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere hiermit, die vorgelegte Arbeit in dem gemeldeten Zeitraum ohne fremde Hilfe verfasst und mich keiner anderen als der angegebenen Hilfsmittel und Quellen bedient zu haben.

Köln, den 5. April 2010

(Frank Kappes)

Sperrvermerk

Die vorliegende Arbeit unterliegt keinem Sperrvermerk.

Weitergabeerklärung

Ich erkläre hiermit mein Einverständnis, dass das vorliegende Exemplar meiner Diplomarbeit oder eine Kopie hiervon für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden darf.

Köln, den 5. April 2010

(Frank Kappes)